



---

# **BACHELORARBEIT**

---

Herr  
**Kai Heinricy**

**Nutzung von *Visual Effects*  
In US-Filmen  
In den Jahren 2010 und 2011  
verdeutlicht anhand  
des Beispiels *Black Swan***

**2012**

# **BACHELORARBEIT**

---

## **Nutzung von *Visual Effects* in US-Filmen In den Jahren 2010 und 2011 verdeutlicht anhand des Beispiels *Black Swan***

Autor:  
**Herr Kai Heinrich**

Studiengang:  
**Angewandte Medien**

Seminargruppe:  
**AM08wT2-B**

Erstprüfer:  
**Prof. Dr. Detlef Gwosc**

Zweitprüfer:  
**Dipl. Des. Peter Lund**

Einreichung:  
Hamburg, 01.08.2012

# BACHELOR THESIS

---

## **Usage of *Visual Effects* in US-films between 2010 and 2011 on the example of *Black Swan***

author:  
**Mr. Kai Heinrich**

course of studies:  
**Applied Media**

seminar group:  
**AM08wT2-B**

first examiner:  
**Prof. Dr. Detlef Gwosc**

second examiner:  
**Dipl. Des. Peter Lund**

submission:  
Hamburg, 01.08.2012

---

## **Bibliografische Angaben**

Heinricy, Kai:

Nutzung von *Visual Effects* in US-Filmen in den Jahren 2010 und 2011,  
verdeutlicht anhand des Beispiels *Black Swan*

Usage of *Visual Effects* in US-films between 2010 and 2011  
on the example of *Black swan*

83 Seiten, Hochschule Mittweida, University of Applied Sciences,  
Fakultät Medien, Bachelorarbeit, 2012

## **Zusammenfassung**

In der vorliegenden Arbeit wird die Nutzung von *visual effects* (VFX) in amerikanischen Filmproduktionen der letzten Jahre untersucht und mit anderen Märkten verglichen. Am Beispiel des Filmes *Black Swan* werden die wichtigsten *visual effects* der einzelnen Szenen analysiert und ihre Funktion erklärt.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>V</b>
<b>Vorwort .....</b>	<b>VII</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>08</b>
<b>2 VFX Grundage .....</b>	<b>10</b>
2.1 Begriffserklärung und Abgrenzung von <i>VFX</i> zu <i>SFX</i> .....	10
2.2 Entstehung und Anwendung von <i>VFX</i> .....	12
2.3 Internationaler <i>VFX</i> -Produktionsanteil .....	16
<b>3 VFX in US-Kinoproduktionen .....</b>	<b>20</b>
3.1 US-Kinoproduktionen und Eingrenzung .....	20
3.2 Beschreibung häufig verwendeter <i>Visual Effects</i> .....	21
3.3 <i>VFX</i> Anwendung in US-Kinoproduktionen in den Jahren 2010 und 2011 .....	23
<b>4 VFX im Film <i>Black Swan</i> .....</b>	<b>25</b>
4.1 Handlung .....	25
4.2 Gründe für den Einsatz von <i>VFX</i> in <i>Black Swan</i> .....	27
<b>5 Verwendete Effekte in <i>Black Swan</i> .....</b>	<b>31</b>
5.1 Head Replacement .....	31
5.2 CGI .....	34
5.3 3D Matchmove .....	42
5.4 Digital Cemeramovement .....	47
5.5 Mirror Effect .....	49
5.6 Clean Up .....	54
5.7 Crowd Duplication .....	56
5.8 Greenscreen .....	57
5.9 Kritik .....	59
<b>6 Ausblick .....</b>	<b>61</b>
<b>7 Fazit .....</b>	<b>63</b>

---

<b>Quellenverzeichnis.....</b>	<b>64</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>65</b>
<b>Anlagen.....</b>	<b>66</b>
<b>Eigenständigkeitserklärung .....</b>	<b>83</b>

## Vorwort

Ich danke Prof. Dr. Detlef Gwosc und Dipl. Des. Peter Lund für die Betreuung und Beratung dieser Arbeit.

Ebenso bedanke ich mich für das freundliche Telefonat mit Henrik Fett, VFX Supervisor *Black Swan* bei *LOOK FX* L.A, sowie Shwan Lipowski, 3D Artists.

Mein Dank geht auch an Herrn Fuest und meinen Vater Dr. Bernd Heinrich für die Korrekturlesung.

# 1 Einleitung

Der Kinomarkt ist heutzutage von vielen Kriterien abhängig, um vor dem Publikum zu bestehen. Er soll unterhaltsam, spannend, aufklärend, aufregend, futuristisch, nostalgisch sein, je nach Genre. Der Zuschauer soll vom Alltagsleben abschalten, lachen, weinen, erregt sein, geschockt, stimuliert oder fasziniert von der Darstellung. Er soll sich in den Kinosessel fallen und alles über sich ergehen lassen, wie leise Sequenzen, laute Szenen, Explosionen, laute Audioeffekte, romantische Sonnenuntergänge, herzzerreißende Liebesszenen.

Alle diese Darstellungen, die das Thema unterstützen, sind nicht mehr ohne visuelle Effekte möglich. Ihr Einsatz ist perfektioniert. Die Kombination von realem zu virtuellem Material ist schon soweit entwickelt, dass sie sich kaum noch differenzieren lässt. So erkennt der Zuschauer nicht, wo und wie oft visuelle Effekte im Kino zum Einsatz kommen.

Diese visuellen Effekte, kurz *VFX* genannt, kommen aber nicht nur in Filmen, mit großen Raumschiffen, Kriegsschlachten oder robotergenerierten Menschen vor, sondern auch in weniger effektvollen und weniger dramatischen Filmen.

So können z.B. mittelalterliche Landschaften und Umgebungen später eingefügt werden oder auch Schauspieler zu einem späteren Zeitpunkt in eine entsprechende Kulisse eingebunden werden.

In dieser Arbeit wird der Fokus auf den Einsatz von *VFX* in US-amerikanischen Filmen gesetzt. Auf diesem Gebiet ist diese Land im Augenblick noch führend.

Wenn auch der Deutsche Markt in den letzten Jahren einen Quantensprung in der Entwicklung der *VFX* gemacht und dem Film *Hugo Cabret* zum *Oscar*-Gewinner verholfen hat und der Indische Markt seit 5 Jahren eine immer bedeutendere Rolle spielt, so liegen die Amerikaner immer noch unangetastet an der Spitze.

Hier spielt natürlich das qualifizierte und gut ausgebildete Personal eine wesentliche Rolle, ebenso die ausgezeichnete Budgetsituation zur Finanzierung des US-Kinofilms mit *VFX*. Hinzu kommt noch die große Mitarbeiterkapazität, die notwendig ist, um einen Film mit 200 Einstellungen von etwa 200 digital artists zu bearbeiten. Diese Bandbreite an großer Postproduktion bietet derzeit nur der Standort USA. Es stellt sich mithin die



Frage, ob *visual effects* aus den US-Filmen wegzudenken wären oder ob schon jeder Film mit einem geringen Anteil an *VFX* bearbeitet wird.

Hier soll nun anhand des Films *Black Swan* aus dem Jahr 2011 von Regisseur *Darren Aronofsky*, die Anwendung von *visual effects* aufgezeigt und verdeutlicht werden. Es soll herausgestellt werden, welche sichtbaren und nicht sichtbaren Effekte eingesetzt werden, um die Wünsche des Regisseurs umzusetzen, die zur Illusion der Zuschauer führen.

Die Kombination aus realgedrehtem Material und Effekten ist ausschlaggebend für den Erfolg von *Black Swan*.

„(...) denn schon ein bisschen Wirklichkeit lässt die Scheinwirklichkeit viel echter erscheinen.“<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Wahre Lügen-Visual Effects im Film, Marcus Willer und Felix Fischer, BR 2003, Quelle: Youtube, Stand 11.07.2012  
<http://www.youtube.com/watch?v=uaBYuL1y9XE&feature=relmfu>

## 2 VFX Grundlage

Zum Verständnis von VFX müssen zunächst einmal die Begriffe SFX und VFX erläutert werden. Die historische Entwicklung wird kurz dargestellt, sowie deren Anteil an internationalen Produktionen.

### 2.1 Begriffserklärung und Abgrenzung von VFX zu SFX

*Visuelle Effekte*, VFX, werden schon seit langer Zeit in Kinofilmen angewendet. Filmtricks und Effekte begannen Ende des 19. Jahrhunderts, mit Filmen wie *die Reise zum Mond* von Georges Méliès und 1927 *Metropolis* von Fritz Lang. VFX kommen nicht nur in Filmen zum Einsatz, sondern auch bei Spielen, Videos, Animationen oder sonstigen Internet Contents.

Die Definition von *visual effects* ist nicht eindeutig, da auch andere Bezeichnungen hierfür zur Verfügung stehen, wie: *special effect*, *special visual effect*, *digital effect* etc. Im folgenden wird der Begriff *visual effects* gleichgestellt mit *visuellen Effekten* und als Gesamtprodukt gesehen und bedeutet nicht die visuelle Wirkung.

VFX wird hauptsächlich in der Nachproduktion, der sogenannten postproduction, hergestellt. Der *visuelle Effekt* wird somit in der postproduction am sichtbaren Rohmaterial eingefügt und nicht live am Set dargestellt werden können.

Eine Ausnahme bildet der Kassenschlager *Avatar* aus dem Jahr 2011 von James Cameron. Dieser konnte seine Darsteller und Avatare in der fast fertigen computergenerierten Landschaft über seinen Monitor live betrachten. Dies war nur möglich, durch ein spezielles 360° *motion capturing* mit der *Swing Kamera*. Eine solche Technologie bedarf aufwändiger Vorbereitung für die *previsions* und Ausführung durch VFX-artists. *Prevision* ist die Planung von Szenen vor Beginn der Dreharbeiten, die bei dem Dreh wichtig ist, um an der richtigen Position den gewünschten Effekt einzuarbeiten.

*Visual Effects* sind teuer in der Herstellung, da sie häufig sehr zeitaufwändig zu produzieren sind und viele shots von mehreren artists bearbeitet werden müssen. Um kostengünstiger eine erste Darstellung zu präsentieren, werden *postvisions* erstellt, die die

Szene ungerendert, ohne Lichtberechnung oder ähnlicher aufwendiger Bearbeitung wiedergeben.

*Green*-oder *bluescreen* zählen am Set zum Einsatzgebiet der *VFX*. Diese werden später in der postproduction durch Landschaften, Kulissen oder Objekte ersetzt. Ein Teilgebiet von *VFX* sind *CGI* (Computer generated Images), also alle 3D Objekte, wie z.B. Raumschiffe, ganze Städte, Häuser, Charaktere (Animationsfiguren, wie z.B. *Shrek*, *Woody* aus *Toy Story*), bis hin zu ganz kleinen Objekten. Dabei kann der Film einerseits komplett aus *CGI* bestehen, wie in gängigen Animationsfilmen, oder durch Kombination mit gedrehtem Material.

Die Abgrenzung von *VFX* zu special effects, *SFX*, ist fließend. Das eine Department kommt ohne das andere nicht aus. Der wesentliche Unterschied besteht darin, das *SFX* schon bei der Aufnahme der Szene oder Einstellung direkt zu sehen ist. Hierzu zählen zum Beispiel künstlicher Regen, Feuer, Wind und Schnee. *SFX* sind aber auch die Verwendung von Miniaturmodellen, Schiffs- und Flugzeugkulissen sowie alle mechanisch-und ferngesteuerten Objekte. Es kommen zum Beispiel auch Kanonen zum Einsatz, die Autos einige Meter durch die Luft schleudern oder *rigs* und Seile, die Darsteller schweben lassen, um den entsprechenden Stunt zu ermöglichen und abzusichern. Häufig ist die nachträgliche Bearbeitung von *SFX* notwendig mit Hilfe von *VFX*, um das fertige Resultat zu erzielen. So werden nachträglich z.B. bei Waffeneinsatz im Film die Lichtblitze und die Einschusslöcher beim Schuss erzeugt. Kabel und Seile, zum Halt der Darsteller, müssen Bild für Bild wegretuschiert werden. Dies sind nur einige wenige Beispiele für den Einsatz von *SFX* und *VFX*.

Es ist also schwierig, in diesen Fällen beide Systeme allein für sich einzusetzen. Erst die Verknüpfung miteinander ergibt das gewünschte, fertige Produkt. Voraussetzung für den Erfolg der totalen Illusion im Film, ist immer eine gute Vorbereitung und Durchführung der Effekte am Set und später in der postproduction.

## 2.2 Entstehung und Anwendung von VFX

VFX hat sich in den letzten 100 Jahren aus einfachen Filmtricks zu seiner heutigen Form entwickelt. Zum Ende des 19. Jahrhunderts wurde im Film *die Reise zum Mond* von Georges Méliès erstmals ein *stoptrick* eingesetzt. Dabei wird der Film angehalten und eins der Objekte verändert und mit derselben Einstellung und Belichtung weitergedreht. Dadurch können Objekte wie durch Geisterhand verschoben werden, erscheinen oder verschwinden.

Es folgte 1927 der Film *Metropolis* von Fritz Lang. Hier wurde zum ersten Mal ein *special effect* ausgeführt.<sup>2</sup> Der *Schüfflansche Spiegel* wurde zum Einsatz gebracht: Eine Kamera steht vor einem halbdurchlässigen Spiegel, der im 45° Winkel zur Kamera gedreht ist. Die Kamera filmt ein Miniaturmodell durch den Spiegel hindurch, in das eine Teilkulisse mit realem Darsteller projiziert wird. Somit werden Darsteller und Modell zu einem Bild zusammengeführt.<sup>3</sup>

1933 wurde die *stop-motion* angewendet, also Bild für Bild aufgenommen und jedes Mal ein bisschen verändert. Dadurch entstand der Eindruck einer Bewegung. Zusätzlich wurde im Film *King Kong* von Carl Denham die Rückprojektion eingeführt. Auch Hitchcock verwendete die Technik der Rückprojektion im Film *Das Rettungsboot* von 1943. Dabei agierten die Darsteller vor einer Leinwand, die von riesigen Projektoren mit Bewegtbild versorgt wurden.

Meilensteine wie *Krieg der Sterne* von George Lucas (1977) brachten die Filmindustrie dazu, neuste Technik zu verwenden. Das Zeitalter der Computer und der heutigen Möglichkeiten war geboren. Es folgten Entwicklungen wie die Zeitlupenaufnahme im Film *Matrix* (1999),<sup>4</sup> sowie die ersten Versuche des *morphings* in *Willow* (1988) und *Hunger* (1974). Es war nun möglich, ein Objekt stufenlos in ein anderes Objekt zu verwandeln.<sup>5</sup> Die Formen transformieren sich ineinander.

Aber auch das *motion capturing* revolutionierte die Filmbranche. Diese Technologie wurde erstmals bei *Mike the talking head* und *Sexy Robot* angewendet.<sup>6</sup>

---

<sup>2</sup> Vgl. Planet Wissen, Filmtricks-von Metropolis bis Matrix, Michael Ringelsiep/Christoph Teves, Stand 13.07.2012, [http://www.planet-wissen.de/kultur\\_medien/kino/filmtricks/index.jsp](http://www.planet-wissen.de/kultur_medien/kino/filmtricks/index.jsp)

<sup>3</sup> Vgl. Special Visual Effects-Planung und Produktion, Thomas Mulack, Rolf Giesen, Bleicher Verlag 2002, S.16

<sup>4</sup> Vgl. Planet Wissen, Filmtricks-von Metropolis bis Matrix, Michael Ringelsiep/Christoph Teves, Stand 13.07.2012, [http://www.planet-wissen.de/kultur\\_medien/kino/filmtricks/index.jsp](http://www.planet-wissen.de/kultur_medien/kino/filmtricks/index.jsp)

<sup>5</sup> Vgl. Special Visual Effects-Planung und Produktion, Thomas Mulack, Rolf Giesen, Bleicher Verlag 2002, S.50

<sup>6</sup> Vgl. History of Computer Animation - P1, Quelle: Discovery Science, Erschienen auf Youtube, Originaltitel: Science of Animation by Tiger Aspect Productions (2005) Stand 09.06.2012, <http://www.youtube.com/watch?v=LzZwiLUVaKg>

Filme, wie *Die Hard 2*, aus dem Jahr 1990, verwendeten erstmals digitales *mattepainting* um ein fotorealistischen Hintergrund mit real gedrehtem Material zu vermischen. *Jurassic Park* (1993), von *Steven Spielberg*, brachte erste fotorealistische CG- Kreaturen hervor: Die Dinosaurier.<sup>7</sup>

„Mittlerweile hat die digitale Technik das Special-Effect-Geschäft revolutioniert.“<sup>8</sup>

Meilensteine wie *Avatar*, *Gefährten* und *Tim und Struppi*, in denen Vorproduktion, Produktion und Postproduktion erstmalig miteinander verschwimmen<sup>9</sup>, sind das Resultat einer langen Entwicklung und Perfektionierung von *visuellen Effekten* der letzten 100 Jahre. Ausschlaggebend hierfür ist die fortschreitende Entwicklung in der Computertechnologie, die seit dem Anfang der 80er Jahre einen Quantensprung erlebt hat. Immer günstigere Soft- und Hardware, mit hochauflösender Verarbeitung, belastet das Budget nicht mehr so stark.

Der Einsatz von VFX ist breit gefächert. Ihr Einsatz ist nicht nur dazu da, irgendwelche Aliens und Kreaturen auf der Erde landen zu lassen und mit Explosionen und Beam-Effekt den Zuschauer zu begeistern, sondern sie können auch in weniger spektakulären Szenen verwendet werden, wie zum z.B. in *Forest Gump*, als *Tom Hanks* die Hand von *John F. Kennedy* schüttelt oder um wie bei *Herr der Ringe* durch *matte painting*, Landschaftsaufnahmen möglich zu machen. Im Film *Der seltsame Fall des Benjamin Button* werden *Bratt Pitts* Gesichtszüge auf einen CG-generierten Kopf durch *performance capturing* übertragen und der Alterungsprozess dargestellt, von der Geburt bis zum hohen Alter.

VFX beinhaltet eine Vielzahl an digitalen Techniken. Hierzu gehören die oben aufgeführten Effekte, wie *motion capturing*, *matte painting* oder *keying*, *rotoscoping*, Bildsta-

---

<sup>7</sup> Vgl. Filmsite, Greatest Visual and Special Effects (F/X) - Milestones in Film, Tim Dirks, Stand 09.06.2012, <http://www.filmsite.org/visualeffects14.html>

<sup>8</sup> Planet Wissen, Filmtricks-von Metropolis bis Matrix, Michael Ringelsiep/Christoph Teves, Stand 13.07.2012, [http://www.planet-wissen.de/kultur\\_medien/kino/filmtricks/index.jsp](http://www.planet-wissen.de/kultur_medien/kino/filmtricks/index.jsp)

<sup>9</sup> Vgl. FMX 2012-Pressemitteilung #4-Virtual Production und effektgewaltiges Kino, Daniel Hellweg, Stand 11.07.2012 <http://hegewald.hkdm.de/fmx-2012-pressemitteilung-4-virtual-production-und-effektgewaltiges-kino/>

bilisierung und dem damit verbundenen *tracking*. Alle diese aufwendigen Effekte benötigen eine akkurate Vorbereitung durch *matchmover*. Die *matchmover* sind für all diese Arbeiten unumgänglich, da sie die Vorarbeit für die 2D- und 3D *compositors* verwirklichen. Man unterscheidet dabei sichtbare und unsichtbare Effekte. Da die *matchmover* sozusagen im Verborgenen arbeiten und gar nicht in Erscheinung treten, jedoch einen wesentlichen Anteil am Fundament des Effekts haben, wollen wenige *artists* als *matchmover* arbeiten.

„Most visual effects artists don’t want to be matchmovers! They’d much rather be character animators, effects technical directors, or compositors. And who can blame them? It’s nice to be able to point to a cool character or explosion and say, “I did that!” But no one ever says, “Did you notice the brilliant matchmoves on that show? I didn’t see one single slip.” Matchmoving may not be the most glamorous job in visual effects, but there will always be a strong demand for knowledgeable matchmovers.“<sup>10</sup>

Es haben sich drei wesentliche Gründe für die Anwendung von VFX herausgestellt.

Zuerst steht der Regisseur im Vordergrund, der alle Freiheiten nutzt, um seine Filmgeschichte so erlebnisnah und realistisch wie möglich zu veranschaulichen. So ist es unverzichtbar, den Eindruck des Weltalls bei der *Star Wars* Saga zu schaffen. *Harry Potter* bei seinem Squidish Spiel, auf seinem Besen fliegen zu lassen oder die Höllenkulisse bei *Ghost Rider*, mit *Nicolas Cage* problemlos darzustellen. Dieses ist nur eine Auswahl von wenigen Filmen. Der Freiheit und der kreativen Möglichkeiten des Regisseurs sind damit keine Grenzen gesetzt.

Seine Aufgabe ist, den *visuellen Effekt* zu inszenieren. Der Effekt soll den Fluss der Geschichte nicht hindern, sondern vorantreiben, die Stimmung bestmöglich transportieren und für realistische Darstellung sorgen. Er kann aber auch wie z.B. bei *James Bond* Filmen, die Effekte gewollt, überzogen, spektakulär und lustig anwenden.<sup>11</sup>

---

<sup>10</sup> Matchmoving-The Invisible art of camera tracking; Tim Dobbert, John Wiley & Sons Verlag 2005; Auflage 1., S.xi

<sup>11</sup> VFX, Sacha Bertram,UVK Verlag 2005, S. 24

„Effekte können einer schlechten Story nicht mehr helfen. Aber sie können eine gute Story unterstützen und verstärken.“<sup>12</sup>

Der zweite Grund für den Einsatz von VFX ist die Gefahrenminimierung. Wenn ein Darsteller oder Stuntdouble in Gefahr geraten und keine Sicherheit gewährleistet werden kann, dann wird der Einsatz von VFX ebenso vorgezogen. So hängt *Hugo* im Film *Hugo Cabret* an der Außenfassade der Bahnhofshalle, an dem großen Zeiger der Turmuhr. Es scheint unter ihm weit in die Tiefe zu gehen. Um ihn keiner Gefahr auszusetzen, wurden dicht unter ihm grüne Matten verlegt, die seinen möglichen kleinen Sturz abfedern. Anschließend kann das Grün (*greenscreen*) durch die Stadtkulisse ersetzt werden und die Illusion ist perfekt.

Drittens spielt der Kostenfaktor für den VFX Einsatz eine sehr große, meist sogar die wichtigste Rolle. Bei begrenztem Budget wird oftmals nur ein Teil der Kulisse nachgebaut und durch CGI oder *matte painting* generiert.

Die berühmte Bugszene, mit *Leonardo di Caprio* und *Kate Winslet*, im Film *Titanic* wurde nicht auf dem offenen Meer gedreht. Beide standen auf einem Nachbau des Schiffbugs. Sie waren umgeben von Greenscreenwänden, die später durch einen generierten Ozean ersetzt wurden.

Bei *Herr der Ringe* wurden Komparsen und Darsteller durch CGI generiert. Zur Einsparung von Kosten bei einer Vielzahl von Komparsen in Massenszenen, kommt meistens *crowd replication* zum Einsatz. (Vervielfältigung von Menschen)<sup>13</sup>

„Visual effects have allowed filmmakers to take us on journeys to places that have ceased to exist or that have never existed, and to see things that we could only imagine.“<sup>14</sup>

---

<sup>12</sup> Ebd.

<sup>13</sup> Visual Effects-Filmbilder aus dem Computer, Barbara Flückiger, Schüren Verlag 2008, S.430f

<sup>14</sup> The VES Handbook of Visual Effects-Industry Standard VFX Practices and Procedures, Jeffrey A. Okun, Susan Zwerman, Vocal Press 2010, S. 14

## 2.3 Internationaler VFX-Produktionsanteil

Die USA ist seit langer Zeit führend an VFX Produktionen beteiligt. Dazu zählen Hauptstandorte wie *Los Angeles*, *San Francisco*, *Miami* und *New York*. In den vergangenen Jahren sind dort große Postproduktionshäuser hervorgegangen unter anderem *Digital Domain* (1993), durch Mitgründer *James Cameron*, *Industrial Lights & Magic* (*I.L.M.*) durch *George Lucas*, sowie *Rhythm & Hues* und *Sony Pictures Imageworks*.<sup>15</sup> Zusätzlich wurden Firmen wie *Pixar*, *Blue Sky*, *Pacific Data Images*, *Sony Picture Animation*, etc. gegründet.

VFX ist zunehmend verantwortlich für den Erfolg eines Filmes. Schon neun von zehn Filmen basieren auf VFX.<sup>16</sup>

Die Produktionskosten für einen Hollywood-Film liegen bei ca. 50 Millionen Dollar für einen Low Budget Film. In Deutschland hingegen liegt die Obergrenze bei 20 Millionen Euro. Die Ausgaben für *visual effects* betreffen 20-25% des Budgets, liegen also im Millionenbereich. In Deutschland dagegen werden für diese Effekte weniger als 10% ausgegeben, also etwa 100.000 Euro. Im Gegensatz zu den USA, wo der VFX ein fester Bestandteil des Budgets ist, wird dieser Bestandteil in Deutschland erst bei der Postproduktion eingeplant und besteht aus dem Restbudget.

Allerdings hängt die Qualität der VFX nicht von der Hard-und Software ab<sup>17</sup>, sondern vom Know-how der *artists*. Viele qualifizierte *artists* kommen aus Deutschland, arbeiten aber im Ausland, da dort die Auftragslage einträglicher ist.<sup>18</sup>

Diese ist allerdings in den letzten 5 Jahren in Amerika auch schwieriger geworden und somit stehen für die teuren *digital artist* nicht mehr so viele Gelder zur Verfügung.

---

<sup>15</sup> Vgl. The Visual effects situation in Hollywood, Stand 01.05.2012,  
<http://www.tonysealy.com/post/703464780/the-visual-effects-situation-in-hollywood>

<sup>16</sup> Vgl. The Financial Express, The market for VFX an 3D will grow exponentially, Stand.03.05.2012  
<http://www.financialexpress.com/news/the-market-for-vfx-and-3d-will-grow-exponentially/819646/>

<sup>17</sup> Vgl. VFX, Sacha Betram,UVK Verlag GmbH 2005, S.25 f

<sup>18</sup> Vgl. Spotlight, Der VFX Markt in Deutschland-Struktur, Strategien und Trends, Stand 10.05.2012  
[http://www.medianet-bb.de/uploadDir/File/20050818SpotlightVFXTeil1\\_1.pdf](http://www.medianet-bb.de/uploadDir/File/20050818SpotlightVFXTeil1_1.pdf)



Deswegen beginnt Hollywood seine VFX Arbeit nach Indien auszulagern. Hierdurch konnte der VFX Anteil 40% günstiger produziert werden.

„Hollywood movies have been outsourcing a large amount of VFX work to Indian studios, the reason being cost effectiveness. Indian studios can produce the same VFX shots at half or even one-fourth the cost of those produced in Hollywood.“<sup>19</sup>

So wurden zum Beispiel die Filme *TRON-The Legacy* und *Dragonball Evolution* in Indien bearbeitet.<sup>20</sup> Wodurch Indien in der VFX-Industrie ein Wachstum von 42% von 2009 auf 2010 vorzuweisen hat.<sup>21</sup>

Trotz dieses Zuwachses liegt Indien immer noch umsatzmäßig hinter anderen Ländern zurück. 2010 liegt der Gesamtumsatz der Filmbranche in Indien bei 14,4 Milliarden US-Dollar, in Deutschland bei 87,3 Milliarden US-Dollar und Japan bei 174 Milliarden US-Dollar. Spitzenreiter bleibt die USA mit einem Umsatz von 443,1 Milliarden US-Dollar.<sup>22</sup>

Auch im deutschen Kinofilm ist, durch die Verwendung von VFX, eine positive Entwicklung zu erkennen. Der Anteil an großen internationalen Produktionen fällt allerdings noch gering aus. Hier liegt der Fokus hauptsächlich im Werbebereich.<sup>23</sup>

„Die US-Produktionen kommen nicht, solange sie das Geld nicht hier ausgeben müssen. Sie kommen nur über die Koproduktionsschiene (...) nach Deutschland, zu deutschen VFX-Firmen.“<sup>24</sup>

---

<sup>19</sup> India Entertainment and Media Outlook 2011, Stand 10.05.2012

[http://www.pwc.de/de\\_DE/de/technologie-medien-und-telekommunikation/assets/Indian-Entertainment-and-Media-Outlook.pdf](http://www.pwc.de/de_DE/de/technologie-medien-und-telekommunikation/assets/Indian-Entertainment-and-Media-Outlook.pdf), S.112

<sup>20</sup> Vgl. India Entertainment and Media Outlook 2011, Stand 10.05.2012

[http://www.pwc.de/de\\_DE/de/technologie-medien-und-telekommunikation/assets/Indian-Entertainment-and-Media-Outlook.pdf](http://www.pwc.de/de_DE/de/technologie-medien-und-telekommunikation/assets/Indian-Entertainment-and-Media-Outlook.pdf), S.112-113

<sup>21</sup> Vgl. The financial Express; The market for VFX and 3D will grow exponentially, Stand 23.06.2012

<http://www.financialexpress.com/news/the-market-for-vfx-and-3d-will-grow-exponentially/819646/5>

<sup>22</sup> Vgl. Indische Medien- und Unterhaltungsbranche wächst kräftig-trotz rückläufiger Einnahmen aus „Bollywood“, Stand 10.05.2012

<http://www.pwc.de/de/technologie-medien-und-telekommunikation/indian-outlook-2011.jhtml>

<sup>23</sup> Vgl. Spotlight, Der VFX Markt in Deutschland-Struktur, Strategien und Trends; Stand 10.05.2012

[http://www.medianet-bb.de/uploadDir/File/20050818SpotlightVFXTeil1\\_1.pdf](http://www.medianet-bb.de/uploadDir/File/20050818SpotlightVFXTeil1_1.pdf)

Nur bei Koproduktion mit dem deutschen Markt, sind internationale Firmen verpflichtet, bestimmte Beträge hier auszugeben.

In Deutschland ist die Qualität der digitalen VFX mit denen der USA gleichzusetzen. Es fehlt hier lediglich eine Bandbreite an VFX Firmen, die über mindestens 100 Mitarbeiter verfügen, um dem Druck und der Kapazität einer internationalen Produktion gerecht zu werden. Dazu wäre eine Vernetzung von mehreren mittelständischen VFX Firmen notwendig. Der CEO und *executive producer* der Firma Pixomondo sagte in einem Interview der *Berliner Morgenpost*:

„In den USA würden Visual-Effects-Firmen erst ab 250 Mitarbeitern ernst genommen. Was darunter liegt, etwa sein 120-Mitarbeiter-Unternehmen, sei kein schlagkräftiger „Laden“, sondern eine „Boutique“(...).“<sup>25</sup>

Der US-Kinomarkt bleibt also wegen seines fast fünffachen Umsatzes gegenüber Deutschland der interessanteste Kinomarkt. Er konnte trotz rückläufiger Besucherzahlen, seine Umsätze konstant halten. Die Gesamtbesucherzahl fiel von 2009 auf 2010 um 5,2%. Allerdings war der Verlust für die Studios nur gering. Lag der Umsatz 2009 bei 10,6 Millionen Dollar, so verringerte er sich 2010 nur auf 10,57 Millionen Dollar. Der Grund dafür waren die höheren Einnahmen durch die 3D-Filme an den Kinokassen. Der chinesische Markt ist allerdings auch nicht zu vernachlässigen, da hier schon jetzt 30% Zuwachs zu verzeichnen ist und er bei gleicher Steigerungsrate die USA schon 2020 überholt haben wird. Der VFX-Anteil beträgt jedoch nur 5-10% des Filmbudgets.<sup>26</sup>

Im Ausland wurden die, von den Hollywood-Majors produzierten Filme, sehr erfolgreich verkauft. Der Umsatz lag 10% über dem Ergebnis von 2009.<sup>27</sup> Einen großen Anteil

---

<sup>24</sup> Ebd.

<sup>25</sup> Als Tom Cruise zwei Finger verlor; Berliner Morgenpost, Patrick Goldstein, Stand 19.07.2012  
[http://babelsbergfilmschool.de/stimme\\_v3.html](http://babelsbergfilmschool.de/stimme_v3.html)

<sup>26</sup> Vgl. Base FX has a visible effect on the Chinese movie industry, Huang Ying, Stand 11.07.2012,  
[http://www.chinadaily.com.cn/cndy/2012-03/26/content\\_14909071.htm](http://www.chinadaily.com.cn/cndy/2012-03/26/content_14909071.htm)

<sup>27</sup> Vgl. US-Kinomarkt: Konstante Umsätze trotz Besucherschwund, Stand 23.07.2012  
<http://www.digitalfernsehen.de/US-Kinomarkt-Konstante-Umsaetze-trotz-Besucherschwund.46656.0.html>

dabei hatte VFX.

Deswegen wird in dieser Arbeit nur auf die US-Amerikanische Produktion und deren Verwendung von *visual effects* eingegangen.

### 3 VFX in US-Kinoproduktionen

Betrachtung und Auswertung einer Auswahl an US-Filmen der Jahre 2010 und 2011, in denen VFX angewendet wurde. Tabellarische Darstellung der wichtigsten Effekte und deren Erklärung.

#### 3.1 US-Kinoproduktionen und Eingrenzung

Obwohl Japan und China jeweils ca. 400 Filme auf dem Weltmarkt produzieren, Deutschland nur 120, Indien 1300 und Amerika 520 pro Jahr, bleibt das Augenmerk auf amerikanischen Produktionen, weil hier der größte VFX Anteil vorhanden ist.

Zur Auswahl stehen ca. 1000 US-Filme der Jahre 2010 und 2011. Zur besseren Übersicht wird eine Eingrenzung auf die 20 umsatzstärksten Filme vorgenommen. Außerdem wird berücksichtigt, dass jedes Genre vertreten ist und somit ein repräsentativer Querschnitt untersucht werden kann. Die Rangfolge orientiert sich nach den umsatzstärksten Filmen. Der Film *Black Swan* wird in der Tabelle 2010 extra aufgeführt und ist umsatzmäßig etwas weiter hinten einzuordnen.

Zu US-Produktionen gehören alle Filme, die in den USA produziert oder durch Koproduktion mit anderen Ländern unterstützt wurden.

Zu den Koproduktionen gehören die Filme *Harry Potter* und *die Heiligtümer des Todes eil 1* und *2* und *Inception*, die in UK und den USA produziert wurden. *Jackass 3D* in Rumänien und USA, *Karate Kid* in USA und China und *The Help* in USA, Indien, United Arab Emirates. Alle anderen Filme sind reine US-Produktionen.

Die Koproduktionen werden dann eingesetzt, wenn finanzielle oder besondere technische Mittel benötigt werden.

## 3.2 Beschreibung häufig verwendeter *Visual Effects*

Es gibt kaum noch eine US-Produktion, die heute noch ohne VFX hergestellt wird. Dieser Oberbegriff VFX umfasst im Wesentlichen folgende Effekte, die häufig in US-Filmen eingesetzt werden: *greenscreen*, *matchmoving*, *rotoscopia*, *CGI*, *stereoscopia* und *motion capturing*.

Es gibt natürlich noch eine Vielzahl anderer Effekte, die miteinander kombinierbar sind, aber hier keine besondere Berücksichtigung finden.

Rotoscopia:

Rotoskopieren bedeutet das Markieren von Personen und Objekten, um sie wie bei einem Schnittbild auszuschneiden, also freizustellen und sie dann überall hin übertragen zu können. Ist der Einsatz von *greenscreen* nicht möglich, wird in der Regel *rotoscopia* verwendet. Dabei kann, mit Hilfe von Maskierungen, eine eigene Ebene für Vorder-, Mittel- und Hintergrund erzeugt werden. *Rotoscoping* ist auch eine Methode Dinge unsichtbar zu machen, die nicht zum eigentlichen Film gehören, wie z.B. Telefon- und Fernsehmasten oder bei historischen Filmen neuzeitliche Objekte.<sup>28</sup>

Greenscreen:

Zu den meist benutzten Effekten gehört der Einsatz von *blue- und greenscreen*. Hierbei kann die verwendete Screenfarbe in der Postproduktion durch verschiedene Hintergründe ersetzt werden. Es ist hierbei wichtig, dass die Farbe intensiv vorhanden ist und wenig Schattierung vorliegt. Der grüne Farbbereich wird mit Hilfe von *keying* selektiert. Daraus wird ein Alphakanal generiert. Wenn also eine Person vor einem grünen Hintergrund steht, wird alles, was grün ist, durch das *keying* als schwarz erkannt und die Person als weiße Fläche. Die weiße Silhouette der Person oder des Objektes bleibt erhalten und der schwarze Hintergrund wird transparent umgeformt und kann nun durch einen neuen Hintergrund ersetzt werden. Dieser kann gedrehtes Material, Animationen, Fotos etc. enthalten.

---

<sup>28</sup> Vgl. VFX, Sacha Bertram, UVK Verlag 2005, S.88

### Matchmoving:

*Matchmoving* ist der Prozess der Bewegungsverfolgung, um Objekte und Hintergründe mit der Bewegung der Kamera zu synchronisieren. Es folgt eine Digitalisierung der realen Kamerabewegung. Dieser Effekt wird sehr oft in Verbindung mit *greenscreen* angewendet.

Es gibt *2D* und *3D tracking*. *2D tracking* beinhaltet die Bewegungsverfolgung lediglich von der X- und Y-Achse. *3D tracking* ist die Nachberechnung der originalen Kamerabewegung im Raum.

### CGI:

*Computer generated Images* sind oft verwendete Effekte in Filmen. Sie zählen zu den 3D Grafiken, die am Computer erzeugt werden, wie zum Beispiel Häuser, Städte, Tiere oder andere Objekte. Hierbei erstellen *digital artists* eine Gitterstruktur des Objektes, das mit Polygonen überzogen ist, ähnlich einer Haut. Die Struktur der Oberfläche wird durch Texturen bestimmt.

### Stereoskopie:

Diese Technik gab es in den 50er Jahren schon in vereinfachter Form in den Kinos. Die heutige Technik ermöglicht aber eine viel bessere 3D Darstellung. Der Zuschauer kann mit Polfilterbrillen das Kinogeschehen farbecht betrachten und ist nicht mehr auf eine anaglyphe-Brille mit z.B. Rot/Grün Gläsern angewiesen. Ein neues Kinoerlebnis ermöglicht es dem Zuschauer, den 3D gedrehten Film mit seiner Tiefenwirkung wahrzunehmen und sogar Objekte auf sich zukommen zu sehen. Die Bearbeitung von 3D Filmen erfordert einen sehr großen Aufwand, da doppelt so viel hochauflösendes Material vorhanden sein muss, womit sich die Renderzeit und der Speicherbedarf verdoppelt. Der Stereoeffekt entsteht durch einen 7cm breiten Abstand (Augenabstand) zweier Kameras. Die Konvertierung älterer Filme, wie z.B. *Star Wars Episode 1* und *Titanic* ist recht aufwendig und meistens bleibt der gewünschte 3D-Effekt aus.

### 3.3 VFX Anwendung in US-Kinoproduktionen in den Jahren 2010 und 2011

Es folgt die Anfertigung einer Tabelle von US-Filmen, aus den Jahren 2010 und 2011. Sie ist im Anhang dargestellt. (S. 65, 66)

Sie zeigt, welche und wie viele Filme durch VFX bearbeitet wurden. Dabei soll es nicht zu einem Vergleich der Jahre 2010 und 2011 kommen, sondern beide Jahre sollen sich ergänzen, um eine größere Aussagefähigkeit zu erlangen.

Für die Tabelle werden die 5 häufigsten Effekte aufgelistet, wobei es noch eine Vielzahl von Varianten gibt. Die Tabelle wurde aus der Besetzung-und Crew Liste, die auf *imdb* (Internet Movie Database) aufgeführt ist, erstellt. Zusätzliche Informationen wurden aus *making of's* und *behind the scenes* übernommen.

Aus diesen Tabellen geht eindeutig hervor, dass alle Filme mit *visual effects* bearbeitet wurden. Der am häufigsten angewendete Effekt ist *CGI*, gefolgt von *rotoscopie*. Es ist auch deutlich zu erkennen, dass solche Filme, wie *Alice im Wunderland*, *Harry Potter Heiligtümer des Todes Teil 1*, *Pirates of the Caribbean-Fremde Gezeiten*, *Transformers 3*, *Thor* und *Captain America* alle Effekte anwendeten. Der Grund ist die Kombination aus real gedrehtem Material in Verbindung mit Fiktionalem. Im Unterschied dazu benötigten die reinen Animationsfilme, wie *Toy Story 3*, *Cars 2*, *Rio*, *Rapunzel-neu verlobt*, *Megamind* und *Drachenzähmen leicht gemacht* nicht alle Effekte. Sie wurden ausschließlich computergeneriert. Aus diesem Grund waren Greenscreenaufnahmen nicht nötig.

Bei Filmen, wie *The Help* und *Brautalarm*, *The Kings Speech* und *Valentinstag*, bei denen man keinen *visuellen Effekt* erwartete, wurden dennoch einige verwendet.

Die Kästen mit der Bezeichnung „Keine Angaben“, bedeuten, dass hier weder im Vor- noch im Abspann des Filmes diese Effekte ersichtlich waren. Es ist jedoch zu vermuten, dass auch diese Filme Effekte besitzen, im Vergleich mit anderen genreähnlichen Filmen. Das Vorhandensein der VFX konnte man im Abspann an der Berufsbezeichnung erkennen, z.B. *Rotoskopiekünstler* oder *roto artist*, *Stereoskopiekünstler*, *3D-*

*artist, 3D compositor oder CG supervisor, matchmover oder tracker, motion capture technician oder motion capture.*

Die Anwendung der *Stereoskopie* kommt hauptsächlich in Animationsfilmen vor. Reduziert sich die Zahl der Effekte, so wird auch keine *Stereoskopie* angewendet, wie z.B. *Valentinstag*, *Brautalarm* und *The Help*.

*Motion capturing* kommt dann zum Einsatz, wenn in real gedrehten Filmen Personen bearbeitet werden, wie z.B. *Planet der Affen-Prevolution*, *Pirates of the Caribbean-Fremde Gezeiten*, *Kampf der Titanen*. Bei reinen Animationsfilmen, wie z.B. *Cars 2* und *Rango* wird *motion capture* verwendet, nicht hingegen bei *Kungfu Panda 2* und *Toy Story 3*.

Der Film *Black Swan*, der 2010 in den US-Kinos erschien, weist alle *visuellen Effekte* auf, die oben beschrieben wurden. Nur *Stereoskopie* wurde nicht verwendet.



## 4 VFX im Film *Black Swan*

Es wird die Handlung des Filmes *Black Swan* dargestellt und die verschiedenen Gründe für den Einsatz von VFX erklärt.

### 4.1 Handlung

Der Film *Black Swan*, von *Darren Aronofsky*, handelt von einer jungen Frau, genannt Nina und gespielt von *Nathalie Portman*, die in einem Ballettensemble das Stück Schwanensee von *Tschaikowsky* aufführen soll. Dafür ist täglich ein hartes Training notwendig. Nina wohnt noch zu Hause bei ihrer Mutter. Erica, ihre Mutter, musste ihre Ballettkarriere aufgeben, da sie von einem Choreographen schwanger wurde. Sie versucht nun, ihren versagten Kindheitstraum, eine perfekte Ballerina zu werden, mit ihrer Tochter zu verwirklichen. Nina wird von ihr total kontrolliert und zu exzessivem Training getrieben. Nina soll im Stück den weißen und schwarzen Schwan verkörpern. Sie soll die neue Muse von Thomas, dem Direktor, werden und somit die alte Beth ersetzen.

Er sieht in ihr schon den perfekten weißen Schwan, jedoch noch nicht den schwarzen. Um sie zu mehr Enthusiasmus anzuregen, versucht er sie zu küssen und sexuell zu reizen. Durch all diesen äußeren Druck auf Erfolg fängt Nina an immer stärker zu halluzinieren und kratzt sich die Schulter blutig. Sie steht in Konkurrenz zu Lily, die auch den weißen und schwarzen Schwan tanzen möchte. Diese allerdings beherrscht mehr den schwarzen Schwan.

Eines Abends gehen Nina und Lily auf eine Feier, beide nehmen Drogen. Dadurch verschwimmen Realität und Irreales bei Nina, ihre Halluzinationen werden stärker und sie fängt an, sich als schwarzen Schwan im Club zu sehen. Zu Hause wartet die erboste Mutter auf Nina, die mit Lily gleich in ihr Zimmer stürmt. Die Mutter versucht hysterisch in das Zimmer von Nina zu gelangen, in dem Nina das erste Mal Sex hat.

Somit fängt Nina an zu einem schwarzen Schwan zu werden und ist nicht mehr das liebe Mädchen. Als Nina alleine zu Hause aufwacht eilt sie schnell zur Ballettprobe. Dort führt Lily gerade Thomas den Tanz des Schwans vor. Sie erfährt auch, dass Lily nur eine Einbildung war und Nina einen Mann mit nach Hause genommen hatte. Ihre Halluzinationen verstärken sich und sie sieht zu Hause die Bilder ihrer Mutter sich bewegen und mit ihr reden.

Ihre Wunde an der Schulter verschlimmert sich, eine Schwanenhaut-Struktur wird sichtbar und Nina zieht eine schwarze Feder aus ihrer Wunde. Ihre Augen verfärben sich blutrot und die Beine verwandeln sich in die eines Schwans.

Die Mutter schreibt Nina am Tag vor der Aufführung krank und schließt sie in ihrem Zimmer ein. Auch den Türkopf versteckt sie. Doch Nina schafft es, sich aus dem Zimmer zu befreien und gegen den Willen der Mutter zur Aufführung zu gelangen. Dort zieht sich Lily schon für den Schwanenakt um. Beide geraten aneinander und kämpfen miteinander, worauf Lily schließlich in den Scherben des Spiegels blutüberströmt zu Boden geht.

Nina versteckt Lily im Schrank und geht hinaus, um den Schwan zu tanzen. Sie wirkt sehr selbstsicher und spielt ihre Rolle perfekt. Es wachsen ihr schwarze Federn und ihre Augen färben sich blutrot. Es entsteht eine weitere Halluzination von Nina.

Nach der Szene gratulieren alle Nina zur tollen Darstellung, auch Lily klopft an die Tür der Garderobe. Nina hatte sich eingebildet, Lily getötet zu haben. Aber in Wahrheit hatte sie sich selbst eine Scherbe in den Bauch gerammt. Mit blutendem Bauch geht sie zur letzten Darbietung auf die Bühne und tanzt den Tod des weißen Schwans. Thomas beugt sich über Nina, um festzustellen, was passiert ist. Aber Nina findet ihre Leistung gut und sagt ihm, dass sie es perfekt gemacht habe. Ob sie am Ende stirbt oder überlebt, bleibt offen.

## 4.2 Gründe für den Einsatz von VFX in *Black Swan*

*Darren Aronofsky*, der Regisseur von *Black Swan* wollte mit seinem Film die energische und verbissene Ballettänzerin *Nina* darstellen, die durch Halluzinationen und Verwandlungen zu einem Schwan wird. In diesem Film wurden die unterschiedlichsten visuellen Effekte miteinander kombiniert. Dies bedurfte einer langen Postproduktion.

„ (...) a feat that took 10 months to design, shoot, and composite.“<sup>29</sup>

Zuerst wurde die Anatomie von Schwan und Mensch analysiert, um *Nathalie Portman* in ihrer finalen Tanzszene, vom Menschen in einen Schwan verwandeln zu lassen. Es mussten verschiedene Designs entworfen und entwickelt werden, um z.B. einen Schwanenkopf auf einen Menschenkörper zu setzen, die Länge des Schwanenhalses zu bestimmen und ebenso wurde versucht ein Schnabel zu generieren. (Abb. 45)

„(...)it just looked like a duck.“<sup>30</sup>

Der Regisseur, *Darren Aronofsky*, entschied sich aber in der finalen Szene, in der die Verwandlung stattfinden sollte, *Nathalies* hübsches Gesicht zu erhalten, dafür aber ein digital erzeugtes Federkleid anzulegen.

Weiterhin waren *visual effects* notwendig für das *face replacement*. Da das komplette Stück vom energischen Auftritt einer Ballerina handelt, muss auch dies professionell im Film wiedergegeben werden. *Nathalie Portman* hat ab ihrem 13. Lebensjahr aktiv Ballett praktiziert und sich 1 ½ Jahre auf ihre Rolle körperlich vorbereitet. Trotzdem war es ihr nicht möglich, ohne fremde Hilfe, eine perfekte Ballerina darzustellen. Deswegen wurde *Sarah Lane*, eine professionelle Ballerina, als Tanz-Double für *Nathalie Portman* eingesetzt. Ihr Gesicht musste nachträglich durch das von *Nathalie Portman* ausgetauscht werden.

---

<sup>29</sup> Meet the Man who gave „Black Swan“ Wings, Susan Karlin, Stand 20.07.2012  
<http://fastcocreate.com/1679042/meet-the-man-who-gave-black-swan-wings>

<sup>30</sup> Ebd.

In diesem Film wurden etwa 220 Einstellungen mit Effekten bearbeitet. *Darren Aronofsky* arbeitete eng mit dem *visual effects supervisor* *Dan Schrecker* zusammen, der alle gewünschten Effekte möglich machte.

Nach Angabe des Regisseurs, sollten sehr viele Einstellungen mit Handkamera gedreht werden, um dem *vérité Styl* des Films nachzukommen. Dies bedeutet, dass die Kamera interaktiv mit den Protagonisten agiert, um auf diese Weise so nah wie möglich an der Story zu sein. Hierdurch ergaben sich für *Dan Schrecker* erschwerte Bedingungen für die Vorbereitung und Bearbeitung der Effekte. Bei einer Handkamera bedarf es einer viel genaueren Vorbereitung und Einstellung und deswegen sagt *Dan Schrecker*:

„So the visual effects had basically be seamless and invisible. Even at the end where the dancer grows wings, it was really important to work that seamlessly into the look of the film.“<sup>31</sup>

So konnte *Darren Aronofsky* durch den Einsatz von VFX in der Endszene, in der Nina als weißer Schwan blutend zu Boden fällt, im Nachhinein entscheiden, wie viel Blut auf dem Bauch von Nina darzustellen ist und er musste dies nicht direkt am Set entscheiden. Dieses Problem wurde so gelöst, dass in der Szene nur ein kleiner Bereich der Wunde zu sehen war und mit roten Trackingmarkern versehen wurde. Diese ermöglichten später in der Post-Produktion eine Vergrößerung der Fläche. *Darren Aronofsky* merkt in einem Interview mit *moviesection.de* an:

„Black Swan ist vieles in einem. Es ist ein Coming-of-Age-Film, eine Geschichte über ein Mädchen, das zur Frau wird. Gleichzeitig geht es aber auch darum eine Möglichkeit zu finden, sich selbst auszudrücken. Es gibt viele Facetten, aber keine davon ist wichtiger als die andere. Letztlich ist es nur eine Geschichte mit, wie ich hoffe, vielen reichhaltigen Ideen.“<sup>32</sup>

---

<sup>31</sup> Black Swan Takes Wings; fxguide, Ian Failles, Stand 16.06.2012

[http://www.fxguide.com/featured/black\\_swan\\_takes\\_wings/](http://www.fxguide.com/featured/black_swan_takes_wings/)

<sup>32</sup> Interview mit Regisseur *Darren Aronofsky*, Text: Kathrin Lang, Stand 12.06.2012, <http://www.moviesection.de/pages/content/DarrenAronofsky>

So ist *Black Swan* durch die Kommunikation der verschiedenen Departments entstanden. Der Regisseur ließ auch die Meinungen des Drehbuchautors bis hin zu den Darstellern mit in den Film einfließen.

Es wurde auch im Vorfeld, mit dem *visual effects editor* Andrew Weisblum, mehrere Sequenzen aus Horrorfilmen und Psychothrillern analysiert, um gruselige und spannende Momente erzeugen zu können. Die Kombination von Realem und Impressionistischem sollte fließend im Film umgesetzt werden.

„We were concerned with when and how to cross the line between realism and impressioism and how to blur that line as much as possible.“<sup>33</sup>

Ein Hauptmotiv im Film bilden die Spiegel und Reflektionen. Sie werden während des gesamten Filmes verwendet. Für den Einsatz der Spiegel gibt es zwei Gründe, wie *Darren Aronofsky* in seinem Interview mit *moviesection.de* berichtet:

„(...)Der erste ist, dass in jedem Balletstudio überall Spiegel sind. Ballerinas starren sich die ganze Zeit selbst an. Sie schauen sich ihre Linie an, gucken wer sie sind und ob sie alles gut machen. Sie sind komplett von ihrem Abbild besessen. (...) Der zweite Grund ist, dass es in dem Film stark um Reflexionen, Doppelgänger und Doppelungen geht. Wir wissen, dass wir das Element des Spiegels metaphorisch sehr stark einsetzen, und dass Spiegel in einer Million Horrorfilmen vorkommen. Wir haben uns nur gefragt, wie man es origineller und besser einsetzen kann. Es macht einfach immer Spaß, wenn die Spiegel zum Einsatz kommen.“<sup>34</sup>

Ohne den Einsatz von VFX wäre es *Darren Aronofsky* nicht möglich gewesen, ganz nahe an Nina und Thomas heranzukommen, als beide sich im Ballettsaal begegnen. Die Kamera sollte sich dabei frei bewegen können. Durch die nachträgliche Retuschierung aller im Spiegel abgebildeten Objekte, Personen, einschließlich des Kameramanns, blieb die Bewegungsfreiheit der Kamera erhalten.

---

<sup>33</sup> Editing Black Swan: Andrew Weisblum, A.C.E., Talks, Debra Kaufmann, Stand 28.06.2012, <http://www.studiodaily.com/2010/12/editing-black-swan-andrew-wiseblum-a-c-etalks/>

<sup>34</sup> Interview mit Regisseur Darren Aronofsky, Moviesection, Kathrin Lang, Stand 24.07.2012, <http://www.moviesection.de/pages/content/DarrenAronofsky>

Einige Einstellungen wurden mit einer festen Kameraposition von einem Stativ gefilmt. Um diese starren Aufnahmen dem Gesamtlook des Films wieder anzupassen, war es notwendig nachträglich digitale Kamerawackler zu erzeugen.

Die in diesem Film auftretenden Sinnestäuschungen waren nur mit *visual effects* möglich. So wurden die Halluzinationen von Nina durch Wandbilder verstärkt, die zum Leben erweckt wurden, sowie durch das Tattoo auf Lily's Rücken, welches zu einer schwarzen Schwanenfeder heranwuchs, ebenso die Verformung ihrer Beine zu Schwanenfüßen etc.

*LOOK FX* mit Standort in *Los Angeles* war zuständig für die Umsetzung der zahlreichen Effekte im Film. Unter der Leitung des supervisors *Dan Schrecker* und *Michael Collins* und der Unterstützung von *Hedrik Fett* wurden die Effekte koordiniert und mit dem Regisseur geplant. Für das *make-up-design* der *prosthetics* war *Michael Marino* mitverantwortlich.

## 5 Verwendete Effekte in *Black Swan*

Im Folgenden werden die angewandten *visual effects* für sich allein und in Kombination beschrieben, wie sie in den einzelnen Szenen verwendet wurden. Anhand der angegebenen Timecodes, kann die jeweilige Szene auf der *blu ray* der *Limited Black Edition Black Swan* nachvollzogen werden.

### 5.1 Head Replacement

Im Film ist Tanzen die wichtigste Bewegungsabfolge und wird auch ständig praktiziert. *Nathalie Portman* musste sich durch hartes Training 1 ½ Jahre auf die Rolle vorbereiten. Dabei profitierte sie von ihren Erfahrungen als Balletttänzerin ab ihrem 13. Lebensjahr. Kompliziertere Tanzszenen und Bewegungsabläufe mussten durch ein Tanzdouble verwirklicht werden. Beide Hauptdarsteller, *Mila Kunis* und *Nathalie Portman*, wurden in Tanzszenen durch je ein eigenes Double ersetzt. Das Double diente für die reine Körperbewegung, während das Gesicht, also head, von dem jeweiligen Darsteller übernommen wurde.

„It was a small percentage of the dancing scenes, maybe 10 or 15 percent, We didn't do it to much.“ (*Dan Schrecker*)<sup>35</sup>

In der finalen Szene, in der Nina den schwarzen Schwan tanzt, wird ihr Kopf auf den des Doubles gesetzt, da die Tanzbewegungen für sie zu komplex und schwierig sind. Hier tanzt *Sarah Lane*, das Tanzdouble, die komplette Szene. (Abb.13-16) (T 01:30:43-01:33:09)

Dies geschieht in der Weise, dass bei gleichen Lichtverhältnissen, gleichen Kamerabewegungen und Tanzbewegungen, *Nathalie* die Szene nachvollzieht. Anschließend wird ihr Kopf freigestellt und auf die erste Einstellung gesetzt. Als Schwierigkeit erwies sich noch, dass *Nathalie* die Bewegung nicht von derselben Bühnenseite, wie die des Tanzdoubles ausführen konnte, so dass die Aufnahme später noch gespiegelt werden musste. *Dan Schrecker* sagt in einem Interview, dass hier *2D compositing* angewendet

---

<sup>35</sup> Dan Schrecker Q&A: Behind the Visual Effects in Black Swan an Limitless, Tim Moynihan, Stand 04.07.2012, [http://www.pcworld.com/article/225669/dan\\_schrecker\\_qanda\\_behind\\_the\\_visual\\_effects\\_in\\_black\\_swan\\_and\\_limitless.html](http://www.pcworld.com/article/225669/dan_schrecker_qanda_behind_the_visual_effects_in_black_swan_and_limitless.html)

wurde und kein *3D compositing*. Es wurde auch bewusst kein *face replacement* eingesetzt, sondern der komplette Kopf von Nathalie übernommen, um den Effekt einer Maske zu verhindern.<sup>36</sup>

Dieses *head replacement* wird auch in der Szene angewendet, in der Nina als weißer Schwan von der Bühne geht. Alle ihr entgegenkommenden Tänzerinnen tragen ihr, also Ninas Gesicht, wodurch sie sich verwundert und beängstigt umdreht. (T 01:26:24-01:26:35)

Dieser Effekt wird auch in der Szene zu Hause eingesetzt, in der Nina sich vor dem Spiegel im Wohnzimmer aufwärmt, dehnt und Pirouetten tanzt. (T 00:04:09-00:04:11, 00:16:05-00:16:56)

Um dieses *head replacement* perfekt zu inszinieren wurden 3D scans von Lilys und Ninas Köpfen erstellt, dann als 3D Kopf nachgebaut, um dann als *3D compositing* eingesetzt zu werden. Diese Technik wurde jedoch verworfen und stattdessen der gefilmte Kopf durch *matchmoving* getrackt. (Vgl. 5.3 3D-Matchmove)

Das Ziel war es in der neuen Position wie zugehörig zu erscheinen. Zusätzlich wurde mit 48 Bildern pro Sekunde gedreht, um *motion blur* zu reduzieren.<sup>37</sup>

Normalerweise wird mit 24 Vollbildern gedreht, um den Kinolook zu erzeugen. Bei Bewegungen, die schnell an der Kamera vorbei ziehen, sind keine scharfen Kanten mehr erkennbar, sondern sie verwischen. Diesen Effekt kann man reduzieren, indem man nun mit der doppelten Anzahl an Bildern dreht. Dadurch werden die Konturen wieder schärfer und die Bewegungsunschärfe der beiden Körperteile, Rumpf und Kopf, können angeglichen werden.

In einer anderen Szene sitzt Lily vor dem Spiegel, um sich, als Ersatz für Nina, vorzubereiten und zu schminken. Diese war auf der Bühne gestürzt und es sollten weitere Fehltritte vermieden werden. Lily sitzt mit dem Gesicht zum Spiegel, die Kamera filmt nur das Spiegelbild. Mit ihrer Körperdrehung, vom Spiegel abgewendet, schwenkt die Kamera direkt zu ihr. Jetzt ist nicht die vorm Spiegel sitzende Lily, sondern Nina zu

---

<sup>36</sup> Vgl. Dan Schrecker discusses the visual FX of Black Swan, Stand 04.07.2012, <http://www.makingof.com/posts/watch/2793/dan-schrecker-discusses-the-visual-fx-of-black-swan>

<sup>37</sup> Vgl. fxguide, Black Swan Takes Wings, Ian Failes, Stand 16.06.2012, [http://www.fxguide.com/featured/black\\_swan\\_takes\\_wings/](http://www.fxguide.com/featured/black_swan_takes_wings/)



sehen. (Abb.01-03) (T 01:29:08-01:29:26)

In dieser Szene scheint ein *head replacement* statt gefunden zu haben, jedoch kam hier eine *Motion Control Kamera* zum Einsatz, um die Bewegung mehrere Male exakt identisch drehen zu können. Somit nahm Nina den Platz von Lily ein. (Vgl.5.4 Digital Cameramovement)

## 5.2 CGI

Die in *Black Swan* gezeigte Transformation zum schwarzen Schwan gehört mit zu den aufwendigeren Effekten des Filmes. Genauso aufwändig stellt sich die Verwandlung der Haut und ihrer Struktur, der Arme und Beine unter anderem dar.

Nina besitzt eine Wunde auf ihrer Schulter, die sie aufgrund von Stress und Leistungsdruck häufig berührt und daran kratzt. Um diese Wunde herum entwickelt sich die Haut zu einer Gänsehaut und fängt an zu wachsen und zu pulsieren. Die Wunde wurde in Form einer *makeup-prosthetic* am Rücken erstellt. (Abb.04-05)

*Dan Schrecker*, der *VFX supervisor*, erkannte schnell, dass einige *prosthetics* gleichzeitig als *tracker* dienen konnten und so eine nachträgliche Retuschierung der Haut erspart werden konnte. Das *tracking* war notwendig, um die zur Pulsierung animierte Haut auf ihrem Rücken zu fixieren.

(...) which is great because you have a piece of skin covered in a bubbly rash that needed to be augmented in 3D.<sup>38</sup>

In einer anderen Szene, im Schlafzimmer von Nina, wachsen kleine Federstümmel aus ihrer Haut. Auch diese wurden, ebenso wie die pulsierende Haut, als 3D Effekt hergestellt. Nina zieht sich eine Feder aus dem Rücken. Während der Federschaft real als *prosthetic* aus der Haut gezogen wird, ist das Federbüschel 3D generiert, um eine größere Natürlichkeit zu erzeugen.<sup>39</sup> (Abb.06-08) (T 01:20:50-01:21:50)

Der Effekt der pulsierenden Haut ist erstmals in der Szene zu sehen, als Nina mit Lily im Bett landet. Auf ihrer Brust entwickelt sich eine Gänsehaut. (T 01:04:21-01:07:21)

---

<sup>38</sup> Fxguide, Black Swan Takes Wings, Ian Failes, Stand 16.06.2012,

[http://www.fxguide.com/featured/black\\_swan\\_takes\\_wings/](http://www.fxguide.com/featured/black_swan_takes_wings/)

<sup>39</sup> Vgl. Dan Schrecker discusses the visual FX of "Black Swan", Stand 04.07.2012

<http://www.makingof.com/posts/watch/2793/dan-schrecker-discusses-the-visual-fx-of-black-swan>

Diese Animation ist so fein strukturiert und für den schnellen Bildwechsel kaum ersichtlich, dass *Hendrik Fett* in einem Interview mit *anisecond* feststellte, dass man theoretisch den Film anhalten müsse, um die einzelnen, feinen Strukturen der Gänsehaut wahrzunehmen.<sup>40</sup> Diese Animation im Detail war aber notwendig, um im Laufe des Films die Transformation kontinuierlich zu steigern. Kurz vor der Umwandlung zum schwarzen Schwan erreicht die Hautstruktur ihre größte Verwandlung.

In der Schlussphase des Filmes werden die Effekte immer aufwendiger. Im Finale, als Nina auf der Bühne erscheint, nachdem sie Lilly in der Umkleidekabine scheinbar umgebracht hat, verraten ihre roten Augen, dass sie sich nun vollständig in einen schwarzen Schwan verwandeln wird. Ihr anschließender Tanz auf der Bühne ist so perfekt, dass er in einem riesigen Applaus endet. Hierdurch steigt ihr Selbstwertgefühl und die Transformation schreitet weiter voran. Gänsehautstruktur überzieht den gesamten Körper. Schwarze Schwanenhaut zieht sich über die Hände hoch bis zu den Schultern. Gleichzeitig wachsen Nina kleine Federhärchen aus der Haut. Mit jeder Pirouette schreitet die Transformation fort, bis sie bei der letzten Drehung als schwarzer Schwan ihren Tanz vollendet. (Abb.09-20) (T 01:29:26-01:32:13)

Um den Effekt dieser Transformation bestmöglich nachvollziehen zu können, bedarf es einer chronologischen Beschreibung.

Die Kamera nimmt Nathalie von Kopf bis zu den Schultern in einer Naheinstellung auf. Der Kopf bewegt sich hin und her. Nathalie bewegt sich auf die Kamera zu, die sich in einer Großeinstellung von ihrer linken Schulter abwärts zu ihrer linken Hand bewegt und von dort herüber wandert zur rechten Hand und wieder hoch bis zur Schulter und zum Kopf. (Abb.09-12)

Nur ein erfahrener *matchmover* konnte diese komplizierte Szene *tracken*. Der sich ständig bewegende und rotierende Arm von Nathalie konnte nicht über Trackingmarker verfolgt werden. Es waren viele Versuche notwendig, um die richtige Methode herauszufinden, um die Transformation der Haut real wirken zu lassen.

---

<sup>40</sup>Vgl. *ani second*, Effekte für *Black Swan* und *Limitless*, Jan Bruhnke, Stand 16.06.2012, <http://www.anisecond.com/artikel/effekte-f%C3%BCr-black-swan-und-limitless-henrik-r-fett-von-look-effects-im-interview/520.html>

„To execute the visual effects on this shot, the team had been working for weeks trying to make it work.“<sup>41</sup>

Hinzu kam noch, dass die Kamera ständig in Bewegung sein musste und nicht auf einem Stativ fixiert werden konnte.

„(...) there was far too much camera movement, and to add to the problem, there were minimal tracking markers on her arm-nothing useful to track to.“<sup>42</sup>

Das Team erprobte viele verschiedene Trackingverfahren, jedoch kamen sie zu keinem brauchbaren Ergebnis. Kamera-und Objektbewegungen waren einfach zu schnell.

Um eine Lösung für dieses Problem zu finden, wurde *Buddy Gheen* beauftragt. Er ist VFX artist und *digital compositor* bei *LOOK FX* in *Los Angeles*. Für ihn kam nur *Mocha* als Tracking Software in Frage. *Mocha* arbeitet nicht wie die anderen Softwaresysteme nach dem Prinzip der Verfolgung eines Punktes durch Kontrast oder Farbwerte, sondern verfolgt Bildbereiche. Diese werden vorher maskiert, in diesem Fall wurde die Schulter und der Arm durch *splines* und *Punkte* zu einer Maske verbunden.

Der Vorteil dieser Maske ist der, dass auch Bildinformationen außerhalb des Bildbereiches in die Berechnung mit einbezogen werden können. Hierdurch kann der Track trotzdem weiter durchgeführt werden, wenn auch eine Maske um Arm und Schulter gezogen wird und diese teilweise aus dem Bild wandern. Die Kontur der erstellten Maske bleibt auch über dem Bildrand hinaus bestehen. Mit *Mocha* ist es möglich bei schnellen Kamerabewegungen und Objektbewegungen im Bild noch ein effizientes *tracking* zu erzielen. Außerdem kann dabei mit *Mocha* die Position, Drehung und Skalierung mit in die Berechnung einbezogen werden.

Somit war es *Buddy Gheen* möglich, den Transformationseffekt zu erzeugen.

---

<sup>41</sup> Imagineer Systems Case Study, Look Effects and mocha shine in Aronofsky's Black Swan, Stand 21.06.2012  
<http://www.imagineersystems.com/case-studies-folder/look-fx-visual-effects-on-black-swan>

<sup>42</sup> Ebd.

„In an instant, mocha allowed me to hold onto my photo-real matte painting I had created, track it to her arm, integrate the image into her skin, and allow the ‘reveal’ to happen. The result blew people away. With no tracking markers, all the wild camera movement, the mocha track was perfect.“<sup>43</sup>

Im Verlauf der Umwandlung wurden mehrere Trackingebenen erstellt. Sie dienten dazu, die fotorealistischen Gänsehaut –und Makeup-Effekte auf Ninas Haut zu setzen. Es wurde ein Referenzraster erstellt, welches parallel zur Armoberfläche verlaufen musste und nicht verdreht sein durfte. Bei Rotation des Armes war es zwingend notwendig, dass sich das Raster immer parallel zur Oberfläche mit bewegen musste. Dies war erforderlich, damit die später eingesetzte Animation auf der Oberfläche richtig auflag und nicht verdreht wurde. (Abb.10)

Um nun den Makeup-Effekt zu erzeugen, verwendete *Buddy Gheen* eine Kombination fotorealistischer Bilder. Es wurden Gänse-und Truthanhaut als Bilder benutzt, sowie die borstige Haut von Jungvögeln, mit ihren Federansätzen. Durch Softwarekombination aus *Photoshop* und *After Effects* entwickelte er aus diesen eine neue Hautstruktur. (Abb.14-16)

Diese Kombination aus den verschiedenen Hauttexturen und Federansätzen wurde auf Ninas Haut übertragen. Wobei die Hände von Nina schon vorher mit dem entsprechenden Makeup versehen waren, um ein einheitliches Bild zu erzeugen. Die Animation der Haut verfolgte dabei genau die der Kamerabewegung. Anschließend wurden die Trackingmarker auf der Schulter und dem Hals wegretuschiert und durch Gänsehautstruktur ersetzt. (Abb.09-12)

Dies war der Beginn der großen Verwandlung in *Black Swan*.

Die Transformation startet mit einer Pirouette, verfolgt von der Kamera. Jede Drehung führt zu einem weiteren Wachstum des Federkleides. Die Fülle der Federn am Torso und an den Armen nimmt stetig zu, bis sie schließlich mit der letzten Drehung, unterstützt durch Soundeffekt, als schwarzer Schwan posiert. (Abb.18-20)

---

<sup>43</sup> Ebd.

Für diese Darstellung waren unterschiedliche Arbeitsweisen notwendig. Hierzu der Ausspruch des *3D artists Shawn Lipowski*:

„(...) was realised as a combination of live action, motion capture and computer graphics.“<sup>44</sup>

Da das Design der Flügel zu Filmbeginn noch nicht fest stand, verwendete *LOOK FX* anfangs ein echtes Schwanenskelett. Dieses wurde digitalisiert und ein *3D-mesh* daraus erzeugt. Bei einem *3D-mesh* wird eine Gitterstruktur des Objektes erzeugt, die anschließend mit Polygonen überzogen wird. Von außen erscheint das 3D Modell daher massiv, jedoch ist es innen hohl. Die *mesh* bilden lediglich die äußere Hülle.

Es wurde auch ein Menschenskelett nachgebaut und durch *morphing* versucht, dies mit einem Schwanenskelett zu überblenden.

„It was great to study and do research into how the structure of a wing and a human arm can morph into each other.“<sup>45</sup>

Für die finale Transformation wurden im Vorwege viele weitere Tests und Versuche erprobt.

Die Herstellung der Schwanenfedern bedurfte einer Vielzahl grafischer Arbeiten. Es wurden zunächst in *Maya* 3D-Modelle von Federn erstellt. Ein zylindrischer Grundkörper war der Ausgangspunkt für den Federschaft und gebogene Flächen aneinandergereiht ergaben das Federmodell. Jede Feder wurde mit einem *deformer rig* belegt, um die Feder in zwei Richtungen biegen zu können und ein Wachstum vom Schaft nach außen zu den Federn zu ermöglichen. (Abb.46) Die Federn am Körper haben keine *deformer rigs* oder Wachstumsinformationen. Da für den Zuschauer der Wachstumsprozess hauptsächlich an den Flügelfedern wahrgenommen wurde, konnten an ande-

---

<sup>44</sup> Fxguide, Black Swan Takes Wings, Ian Failes, Stand 16.06.2012  
[http://www.fxguide.com/featured/black\\_swan\\_takes\\_wings/](http://www.fxguide.com/featured/black_swan_takes_wings/)

<sup>45</sup> Ebd.

rer Stelle des Körpers weniger wichtige Information eingespart werden, dadurch wurde weniger Renderzeit benötigt.

Zur Herstellung des Flügels wurden verschiedene Federn gescannt und daraus Silhouetten generiert, die in *Photoshop* verdunkelt wurden, um schwarze Federn zu erhalten. Die Ausgangsfedern waren weiß. In *ShaderMap* wurden nun Texturen erzeugt, um den Federn eine raue Oberfläche zu geben. Die Flügelseiten hatten unterschiedliche Texturen um natürlich zu wirken, 10 primäre, 8 sekundäre und 5 allgemeine Körperfedertexturen. Diese Federn wurden am *3D wing-rig* angebracht.

Um dieses *wing rig* zu erzeugen, musste die Bewegung von dem Ballettdoublel *Sarah Lane* zunächst verfolgt und berechnet werden. Hierzu diente das *motion capture* Verfahren. 24 *Vicon-Infrarotkameras* wurden um das Tanzdoublel *Sarah Lane* aufgestellt und reflektierten Marker, die an verschiedenen Punkten des Körpers aufgeklebt waren. (Abb.17)

„(...) actually glued markers onto the actress's skin directly since she was in costume as opposed to a mocap suit.“<sup>46</sup>

Diese Markerkugeln sprechen nur auf IR-Licht an und werden nur dadurch zum Leuchten gebracht. Die Kameras zeichnen nun diese Marker auf und berechnen daraus einen Bewegungspfad. Die Bewegungsmessung dient dazu, real gedrehte Bewegung auf eine computergenerierte Person zu übertragen, weil diese harmonischer als jede Animation verlaufen. Hebt z.B. die Tänzerin ihren Arm oder dreht sich, so kann sich die CG-Figur durch die Übertragung der Bewegungsdaten, synchron hierzu bewegen.

Die Anordnung der Kameras spielt für die Berechnung eine wesentliche Rolle. Sie müssen so gewählt werden, dass sie kreisförmig um die Tänzerin platziert sind. Jeder Marker am Körper muss durch mindestens zwei Kameras erfasst werden, um eine Triangulationsberechnung zu gewährleisten. (Abb. 17, 26)

---

<sup>46</sup> E-mailverkehr vom 21.06.2012, Curious Pictures, John Palente

Die Kugelform der Marker ist deswegen so wichtig, weil nur so ein exakter Mittelpunkt aus jedem Winkel bestimmt werden kann und die Oberfläche gleichmäßig reflektiert wird.<sup>47</sup>

Um die professionellen Bewegungsabläufe von *Sarah Lane* nachzuvollziehen, wurden an ihrem gesamten Oberkörper Marker positioniert.

Nun kann die Bewegung der Tänzerin durch das Capture Verfahren nachanimiert werden. Es wurde ein *rig* mit dem Aussehen eines Flügels erstellt. Dabei musste dieselbe Anzahl an Gelenken und Knochen wie beim Originalarm berücksichtigt werden. (Abb.18)

„The joints of the wing rig were skinned to a NURBS foil shape which was more bird-like in proportion than arm-like.“<sup>48</sup>

Das Federkleid soll nun auf Schultern und Arme gelegt werden, deswegen muss sich das Rig synchron zu den Armen bewegen. Der Ellbogenbereich, der sich als besonders schwierig erwies, musste durch *keyframing* per Hand nachgebessert werden.

Das *rig* musste auch noch mit Federn bestückt werden, hierzu musste *3D-artist Shawn Lipowski* zwei verschiedene Techniken anwenden. Zunächst waren die primären und sekundären Federn im Fokus. Sie wurden per Hand platziert. Kleinere Federn wurden eingesetzt, um die Zwischenräume zu füllen. Aufgrund der gewaltigen Menge an Federn verwendete er ein *MEL script* in *Maya*. Mit dessen Hilfe kann eine *expression* geschrieben werden. Durch das Script war es möglich, die noch freien Flächen des *rigs* mit den kleinen Federn zu füllen, ohne diese einzeln anfassen zu müssen. Durch das *MEL script* werden die Federn von Texturen zu 3D-Geometrien umgewandelt, mit Hilfe der *follicle nodes* in *Maya*. Auch die Federn am Körper wurden komplett über das Script positioniert.<sup>49</sup>

---

<sup>47</sup> Vgl. Digital Production, Bewegungserfassung hautnah, Rainer Duda, Verlag ATEC Business Information, Ausgabe 03 Jahr 2012, S.82ff

<sup>48</sup> Fxguide, Black Swan Takes Wings, Ian Failes, Stand 16.06.2012

[http://www.fxguide.com/featured/black\\_swan\\_takes\\_wings/](http://www.fxguide.com/featured/black_swan_takes_wings/)

<sup>49</sup> Vgl. Black swan: Dan Schrecker-Superviseur VFX-LOOK Effects, Vincent Frei, Stand 21.06.2012, <http://www.artofvfx.com/?p=834>



„The total feather count was around 11,000 and I wrote around 1500 lines of mel code for rigging and scene management.“<sup>50</sup>

Das *rig* bewegt sich nun mit den Federn synchron zu der Tanzbewegung der Ballerina. Um die Federn in *Maya* skalieren, rotieren und sträuben zu können, wurden zuerst in *After Effects* weiße und schwarze Federn animiert und exportiert und als *expression* in *Maya* eingebunden.

„Each feather had extra data associated with it (...) like UV position, which had been stored previously when rigged by the instancing mel scripts. It was a crude but effective feather system.“<sup>51</sup>

All diese vielen Einzelschritte fügten sich zu einem harmonischen Gesamtbild zusammen, sodass die Illusion der Transformation gelingen konnte. (Abb.17-20)

---

<sup>50</sup> Ebd.

<sup>51</sup> Fxguide, Black Swan Takes Wings, Ian Failes, Stand 21.06.2012, [http://www.fxguide.com/featured/black\\_swan\\_takes\\_wings/](http://www.fxguide.com/featured/black_swan_takes_wings/)

## 5.3 3D Matchmove

In *Black Swan* spielt *matchmoving* eine wesentliche Rolle, um eine Vielzahl von Effekten erst zu ermöglichen.

*Matchmoving* oder *tracking* genannt, ist eine Technik, die zur Vorbereitung und zur Berechnung dient, CGI-Objekte und Gegenstände in eine Szene einzubinden.<sup>52</sup> Entwickelt wurde diese Technologie für den Einsatz von Raketen zur Zielerfassung, durch das *U.S. Defense Department*. Die Filmindustrie hat sich diese Technik zu Nutzen gemacht.<sup>53</sup>

*Tracking* gibt es seit 1985 und wurde in den ersten Werbungen für *National Geographics* angewendet. Auch die Postproduktion *ILM (Industrial Light & Magic)*, von *George Lucas* gegründet, begann zunächst das Tracking durch Bild-für Bild-Analyse. In den 90er Jahren wurde erstmals ein *3D-tracking* System eingesetzt, beim Film *Jurassic Park*.<sup>54</sup>

Die Trackingsysteme unterscheiden sich in ihrer Funktionsweise deutlich, führen jedoch meistens zu ähnlichen Ergebnissen. Es muss von Track zu Track und Bild zu Bild entschieden werden, welche Software den Track am besten bewältigen kann. Die Voraussetzungen dafür liefert das gedrehte Material. Dabei können kontrastreiche Punkte oder Formen als Referenzen dienen. Fehlerquellen können durch genaue Analyse des Materials behoben werden und mit der richtigen Softwarewahl zu einem optimierten Trackergebnis führen.

Das gedrehte Material liegt in der Regel in 2D vor und wird von einem *matchmover* in der Postproduktion bearbeitet. Dieser hat die Aufgabe, die originale Kamerabewegung durch Berechnung in eine digitale Kamerafahrt umzuformen. Sie muss exakt der gedrehten analogen Kamerafahrt entsprechen.

---

<sup>52</sup> Vgl. The Art and Science of Digital Compositing, Ron Brinkmann, Verlag Morgan Kaufmann, 2.Ausgabe (2008), S.250

<sup>53</sup> Vgl. fxguide, Art of Tracking Part1: History of Tracking, Mike Seymour, Stand 10.06.2012, [http://www.fxguide.com/featured/art\\_of\\_tracking\\_part\\_1\\_history\\_of\\_tracking/](http://www.fxguide.com/featured/art_of_tracking_part_1_history_of_tracking/)

<sup>54</sup> Vgl ebd.

Durch spezielle Trackingmarker oder Referenzpunkte analysiert die Software Bild für Bild die Punkte und verfolgt diese. Eine Vielzahl von Markierungen ist notwendig, um bei Fehlern, bei der Verfolgung von Punkten, noch brauchbare Werte zu erhalten.

Durch Verbindung der einzelnen Trackingpunkte erhält man eine lineare Verbindung. (Abb. 47)

„Der Computer berechnet eine Bewegungskurve für jeden dieser Trackingmarker. Diese analysierten Bewegungen können dann auf andere Ebenen im Compositing übertragen werden. Schon bewegen sie sich in gleicher Weise.“<sup>55</sup>

Um einen möglichst fehlerfreien Track zu erhalten, muss unter anderem die Kameraposition, sowie die verwendete Optik vor dem Track beachtet und mit einkalkuliert werden.

Man unterscheidet zwei Arten von *tracking*: *2D*-und *3D tracking*.

Beim *2D tracking* wird ein Punkt oder ein Trackingmarker über eine Einstellungssequenz verfolgt. Sobald ein Punkt aus dem Bild wandert, kann der Track nicht weiter berechnet werden. Der getrackte Punkt darf nicht durch Gegenstände überschritten oder verdeckt werden.

Beim *2D tracking* kann Skalierung, Rotation und die Position einbezogen werden, wobei es nur möglich ist die Bewegung der Kamera auf der X-und Y-Achse zu berechnen. Bei ruhigen Kamerafahrten oder minimaler Kamerabewegung bringt diese Technik sehr gute Ergebnisse.<sup>56</sup>

Der Vorteil des *3D trackings* oder auch Kameratracking ist auch die Einbeziehung der Z-Achse. Es ist also leichter möglich ein 3D Objekt bei großer Kamerabewegung im Raum zu fixieren. Die Kamera kann im *clean plate* um einen Fixpunkt wandern oder rotieren. Dieser Punkt kann später durch ein 3D Objekt ersetzt werden, welches sich Dreidimensional in die Umgebung einfügt und aus allen Winkeln betrachtet werden

---

<sup>55</sup> VFX, Sacha Bertram, UVK Verlag 2005, S.102

<sup>56</sup> Vgl. The Art and Science of Digital Compositing, Ron Brinkmann, Verlag Morgan Kaufmann, 2.Ausgabe (2008), S.255

kann. Dadurch wird die Illusion vermittelt, dass das CGI-generierte Objekt schon beim Dreh vorhanden war.<sup>57</sup>

Die Arbeit des *matchmovers* spielt eine wesentliche Rolle, denn ohne seine akkurate Arbeit und fehlerfreie Berechnungen können auch 2D Objekte nicht in das *footage* eingearbeitet werden. Sie bewegen sich nicht identisch zur Kamera, sondern fangen bei ruckartigen Bewegungen an zu wackeln oder bewegen sich asynchron zur Kamerafahrt. Ein gutes *tracking* ist im Film nicht sichtbar.

Bei *Black Swan* müssen mehrere Einstellungen getrackt werden. So auch in der finalen Szene, als Nina, als weißer Schwan, mit blutigem Bauch, zu Boden fällt. *Darren Aronofsky* wusste beim Drehen der Szene noch nicht genau, wie viel Blut bei dem Sturz auf Ninas Bauch zu sehen sein sollte. (T 01:34:49-01:38:58) Es war auch problematisch, dass nur ein weißes Kostüm zur Verfügung stand und damit keine Möglichkeit bestand, unterschiedliche Bluteffekte zu erproben.

So wurde ein wenig Kunstblut auf Ninas Korsett und Kleid gebracht und rote Marker um die Wunde herum platziert. Nun wurde die Szene getrackt und der Regisseur *Darren Aronofsky* konnte in der Postproduktion bestimmen, wie viel Blut auf dem Korsett der Tänzerin zu sehen sein sollte. Um die finale Wunde zu erzeugen, wurden Bilder verwendet, die so animiert wurden, dass sie einer blutenden Wunde gleichkamen und dann auf den Bauch von Nina getrackt.<sup>58</sup>

Das *matchmoving* wurde aber auch in der Szene eingesetzt, in der Nina im Geisteswahn nach Hause kommt und wahrnimmt, wie die Bilder ihrer Mutter an der Wand anfangen sich zu bewegen und mit ihr zu sprechen. (T 01:20:24-01:20:45) Diese Bilder wurden von Illustratoren gezeichnet und dann einzeln in 2D animiert. Nun wurde jedes Bild einzeln getrackt, um die 2D Animation deckungsgleich einzusetzen. (Abb.44)

---

<sup>57</sup> Vgl. The Art and Science of Digital Compositing, Ron Brinkmann, Verlag Morgan Kaufmann, 2.Ausgabe (2008), S.262

<sup>58</sup> Vgl. Dan Schrecker discusses the visual FX of "Black Swan", Stand 04.07.2012

<http://www.makingof.com/posts/watch/2793/dan-schrecker-discusses-the-visual-fx-of-black-swan>

Die Kamera kann sich nun bewegen, ohne dass die neu erzeugten Bilder über den Bilderrahmen hinaus wandern. Diese Arbeitstechnik ermöglichte einen schnellen Austausch bei Ergänzungswünschen.<sup>59</sup>

*Matchmoving* ist am deutlichsten am Beispiel von Lilys Tattoo zu erkennen und zwar in der Szene, in der Nina und Lily nach ihrem Drogen- und Feierrauch in Ninas Zimmer im Bett landen. Während Lily über Nina gebeugt liegt, ist ihr gesamtes Rückentattoo zu sehen. Während Lily sich reckt und bewegt und ihre Schulterblätter deutlich pulsieren, verwandeln sich die Blumenblätter zu Schwanenfedern. (Abb. 21-23) (T 01:04:21-01:07:21)

Um Lilys Tattoo verwandeln zu lassen, mussten zuerst Trackingmarker auf dem Rücken angebracht werden. Diese waren so angeordnet, dass sie entlang der Konturen des Tattoos verliefen. (Abb. 21)

Nun wurde von einem Illustrator ein Tattoo-Image erstellt. Ein Konzept-Illustrator zeichnete ein fertiges Schwanentattoo Element, welches Farbe und dem Stil des Ausgangstattoos entsprechen musste. (Abb. 22)

Es wurden Bilder animiert, die aus Zwischenbildern erstellt wurden, die eine Transformation vom Ausgangstattoo bis hin zum fertigen Schwanentattoo in Zwischenschritten zeigte. Dafür wurden 5-6 Bilder angefertigt. Der Animator konnte nun die fertigen Bilder in der richtigen Reihenfolge anordnen und durch *morphing* einen weichen Übergang zu den einzelnen Bildern schaffen.

Der Effekt, der sich daraus ergibt, ist ein langsames Strecken der Blumenblätter und Verformung zu einer Schwanenfeder. *Morphing* ist ein Prozess, in dem ähnliche Linien zweier Bildsequenzen so nah wie möglich übereinander gelegt werden. Eine Blende oder Maske verformt sich von einem Bild zum nächsten, so dass eine Transformation zwischen den Bildern entsteht.<sup>60</sup>

Gleichzeitig wurde von Lilys Rücken ein *3D matchmove* gemacht. Dies musste angewendet werden, da Lily sich durch ihre Bewegungen auf die Kamera zu und wieder von

---

<sup>59</sup> Vgl. Imagineer Systems Case Study, Look Effects and mocha shine in Aronofsky's Black Swan, Stand 21.06.2012  
<http://www.imagineersystems.com/case-studies-folder/look-fx-visual-effects-on-black-swan>

<sup>60</sup> Vgl. The VES Handbook of Visual Effects-Industry Standard VFX Practices and Procedures, Jeffrey A. Okun, Susan Zwerman, Vocal Press 2010, S.869

ihr weg bewegte. Es musste also die Z-Achse mit einbezogen werden. Aufgrund der starken Bewegungen der Muskeln und der Schultern konnte der Track nicht automatisch berechnet werden. Es entstand in der Trackingberechnung eine Verzerrung der Daten, die zu einem unerwünschten Ergebnis geführt hätten. Das Tattoo hätte nicht plan auf dem Rücken fixiert werden können und durch die Rotation der einzelnen Trackingpunkte, gerade in der Muskelgegend, hätte sich das Tattoo an dieser Stelle verformt oder gar seine Position verloren.

Hier konnte man nur Abhilfe schaffen, durch einen Mix aus automatischem Tracking und Handtracking. Dies allein führte zu der finalen Tattootransformation.

Ebenso diente Tracking dazu, den Vorhang in der finalen Szene künstlich zu verlängern, um die Motion Capture Kameras zu verdecken. (Abb. 47, 26-27) (T 01:30:43-01:33:09)

## 5.4 Digital Cameramovement

Der gesamte Film wurde mit drei verschiedenen Kameras gedreht. Zur Hauptkamera zählte die *Arri 416*. (Abb. 17, 28) Sie wurde ausgewählt, da sie nur ca. 5,5 Kg wiegt und während des gesamten Films über auf einem Schulter-Rig positioniert wurde. Dies war notwendig, um den dokumentarischen Stil des Films dazustellen. In den Zugszenen wurde eine *Canon 7D* und *1D Mark 4* verwendet, wegen der kleinen Crew und dem geringen Platz im Zug.<sup>61</sup>

Durch die unzähligen Szenen, die mit der Kamera auf einem Schulter-Rig gedreht wurden, bekam der Film erst seinen dokumentarischen Flair. Dies war möglich, weil die Kamera sich ständig mit bewegte und aus jeder Position die Darsteller verfolgen und in Szene setzen konnte. (Abb.17)

Die letzte Tanzszene allerdings wurde mit Steadicam-System gedreht, um eine ruhigere Kameraführung zu bekommen. Dies war unbedingt notwendig, um das gedrehte Material in der Postproduktion für die Transformation zum Schwan verwenden zu können. Zu viel Bewegung von Kamera und Bild hätten es schwieriger oder sogar unmöglich gemacht die digitalen Federn an Nathalie zu animieren, ohne dass diese sich unkontrolliert verschoben hätten. Damit wäre die Illusion zerstört.

Nur wenige Aufnahmen wurden mit einer *locked-off Kamera* verwirklicht. Diese Kamera war fest auf einem Stativ fixiert und hatte nur wenig Bewegungsfreiheit, um das spätere *tracking* zu vereinfachen. Durch das Stativ war die Position der Kamera jedoch fixiert und eine Bewegung war nicht möglich. Diese Technik kam in der Szene zum Einsatz, in der Lily und Nina in der Umkleidekabine miteinander kämpfen und in den Spiegel stürzen. (T 01:29:26-01:32:13)

Hier war also die Fixierung der Kamera für den späteren Visuellen Effekt notwendig.<sup>62</sup> Um flexibler zu sein, wurde in den Tanzszenen eine *Steadicam* benutzt, diese wurde

---

<sup>61</sup> Vgl. shooting the Black swan, Stand 05.07.2012

<http://eduardoangel.com/2011/11/28/shooting-the-black-swan/>

<sup>62</sup> Telefonat vom 12.07.2012 mit Henrik Fett, Effects Supervisor Black Swan, Look FX L.A.

um die Darsteller herumgeführt und konnte so die unterschiedlichsten Positionen der Pirouetten aufnehmen.

Damit dieses Material zum Rest des Filmes passte und den dokumentarischen Fluss nicht unterbrach, musste das *footage* nachträglich durch ein *digital camerashake* bearbeitet werden. Dieser Effekt machte es möglich, eine kontrollierte Kamerabewegung zu generieren, die sich, ähnlich wie eine Handkamera, bewegte. Hierdurch entstand der Eindruck, dass der gesamte Film mit einer Schulter Kamera gedreht sei.

Der Bewegungseffekt wird durch *tracking* erzeugt, ähnlich wie bei dem Kameratracking. Hierzu ist nur ein *2D track* nötig, weil nur die X-und Y-Achse einbezogen wird. Die Trackingpunkte werden an zwei verschiedenen Punkten, soweit wie möglich auseinander positioniert und dann getrackt. Nun wird eine *expression*, eine Formel für die Position und Rotation, festgelegt, damit sich das *footage* in der gewünschten Form bewegt. Die Kamerabewegung kann dabei deutlich variieren.

In einem Beispiel an *expressions* für *Flame* können durch verschiedenste Formeln und Funktionen unterschiedlichste Bewegungen generiert werden und zwar von erdbebenartigen-bis hin zu kreisförmigen Bewegungen.<sup>63</sup>

Es kann natürlich sein, dass bei zu viel Bewegung der digitalen Kamera der Kasch keine Bildinformation mehr enthält und somit die schwarze Ränder im Bild zu sehen sind. Hier muss dann gezoomt werden, um bildfüllend das *footage* einzusetzen. Das setzt eine größere Skalierung als die ursprünglichen 100% voraus.<sup>64</sup>

Dieses *digital cameramovement* bewirkt, dass das *footage* so erscheint, als ob alles aus der Hand gedreht wurde und die statische Kameraführung als diese nicht mehr erkannt wird.

---

<sup>63</sup> Vgl. Haniblog, a beginner's guide, Stand 16.06.2012  
<http://haniblog.com/flame-expressions/a-beginners-guide>

<sup>64</sup> Vgl. The Visual Effects Arsenal-VFX Solutions for the Independent Filmmaker, Bill Byrne, Verlag Focal Press, Auflage Pap/Cdr (13. Mai 2009), S.143ff.



## 5.5 Mirror Effect

Im Film *Black Swan* spielen die Spiegel eine wesentliche Rolle. In einem Video von *Fox Searchlight Pictures* sprechen *Nathalie Portman* und Regisseur *Darren Aronofsky* über die Bedeutung der Spiegel in diesem Film. Diese Art der Effekte sind ein Hauptthema des Films und werden ständig eingesetzt. Die Spiegel ermöglichen es *Darren Aronofsky* die Darstellung der Identität, der verlorenen Identität der Hauptdarsteller und das Thema Doppelgänger aufzuzeigen. In Horrorfilmen werden Spiegel schon seit längerem als Schockelemente verwendet. Im Film *Black Swan* sollte der Spiegel aber auf neuartige, kreative Weise eingesetzt werden.<sup>65</sup>

In *Black Swan* wurden die Spiegel in vier verschiedenen Techniken eingesetzt. Um in der Postproduktion nicht zu viel Budget und Zeit zu investieren, war zu beachten, nicht die Kamera oder Crew „abzuschießen“. Das bedeutet, dass sie nicht in der Spiegelung zu sehen sein sollten. *Darren Aronofsky* und Kameramann *Matthew Libatique* wollen sich mit der Kamera frei bewegen, um Nina im Ballettsaal auf Augenhöhe aufnehmen zu können.

Hier ist die Position von Kamera zum Spiegel von Bedeutung. Diese Form ist natürlich kein *visueller Effekt*, kommt aber in dem Film einige Male vor und soll die Technik des Spiegeltricks erläutern.

Da sich die Spiegelung wie der Lichteinfall verhält, ist das physikalische Gesetz: „Eintrittswinkel= Austrittswinkel“ zu beachten.<sup>66</sup> Das bedeutet, wenn die Kamera seitlich zum Objekt steht, entsteht ein Winkel, in dem die Kamera auf den Spiegel trifft. Die Reflektion kann man nun errechnen, da derselbe Winkel der Kamera beim Eintritt des Spiegels auch gleichzeitig der reflektierende Winkel ist. Befindet sich die Kamera au-

---

<sup>65</sup> Vgl. a conversation with Darren Aronofsky and Nathalie Portman, Stand 14.06.2012

<http://content.foxsearchlight.com/videos/node/4659>

<sup>66</sup> Vgl. Fotografie Die Fotoschule, Reflexion, Stand 14.06.2012

<http://www.puchner.org/Fotografie/technik/physik/reflexion.htm>

ßerhalb des Spiegels, also seitlich daneben, so „schießt“ sie sich nicht ab und kann die Person aufnehmen ohne eine spätere Korrektur durch VFX vornehmen zu müssen.<sup>67</sup>

Diese Anwendung erfolgte in der Szene, in der Thomas die Umkleidekabine von Nina betritt, die sich dort gerade schminkt und nachfragt, ob sie tanzen kann, trotz ihrer Krankmeldung. (T 01:23:21-01:24:00)

Die Kamera ist hier deshalb nicht zu sehen, weil sie schräg positioniert ist und den Spiegel nicht bildfüllend aufnimmt, sondern anschneidet.

In einer weiteren Szene befindet sich Nina in der Umkleidekabine mit dem Rücken zur Kamera, ihr Gesicht ist über zwei Spiegel zu erkennen, die Kamera ist jedoch nicht zu sehen. Der Grund ist der große Winkel zu den beiden Spiegeln, damit ist ein „abschießen“ nicht möglich. Man könnte auch die Spiegel neigen, um die Kamera auszublenken. (T 00:06:02-00:07:01)

Eine andere Spiegeltechnik, bei der VFX eingesetzt werden musste, ist die Szene, bei der Nina alleine im Balletsaal das Tanzen übt und ihr Spiegelbild plötzlich anfängt sich unabhängig von ihr zu bewegen. Das Licht erlischt, als Nina sich zum Spiegel umdrehen will, auch im Spiegelbild. VFX ist in der Lage die scheinbare Spiegelung von Nina im gleichen Lichteffect erscheinen zu lassen, wie das Original. Die Spiegelung wurde also mit großem Aufwand perfekt in die Einstellung eingearbeitet. (Abb. 31-33) (T 01:15:48-01:16:25)

Um dies zu erreichen, benötigt man von Nina zwei Aufnahmen. In der ersten geht Nathalie rückwärts auf den Spiegel zu und dreht sich in Richtung Spiegelbild, während das Licht ausgeht. (Abb. 31) In einer zweiten Einstellung dreht sich Nathalie mit bösar-tiger Mine herum. (Abb. 32) Bei beiden Einstellungen erlischt das Licht, nachdem sich Nathalie umgedreht hat. Die Kameraposition ist immer dieselbe. Um nun den Effekt des losgelösten Spiegelbildes zu erreichen, müssen die beiden Einstellungen kombiniert und zu einer *Komposition* zusammengefügt werden. Hierzu dient die erste Einstellung als Hauptaufnahme (*heroplate*). Es wird hier der gesamte Bildinhalt benötigt. Lediglich das Spiegelbild muss ersetzt werden. Das Spiegelbild der zweiten Einstellung

---

<sup>67</sup> Vgl. Shooting the Black Swan, Stand 05.07.2012  
<http://eduardoangel.com/2011/11/28/shooting-the-black-swan/>

wird in dem Moment eingesetzt, wo Nina sich umdreht. Durch Maskierung oder *rotoscoping* kann Nina freigestellt und ihr bösesartiges Spiegelbild hinter ihr als Ebene eingesetzt werden.<sup>68</sup> Durch die Kombination beider Ebenen wird der gewünschte Effekt erzielt. (Abb. 33)

In dem Film *Black Swan* war es der Wunsch des Regisseurs, die Kamera möglichst frei zu bewegen aber nicht in den Spiegeln erscheinen zu lassen, was sich bei der Anzahl der Spiegel als sehr schwierig erwies. So waren bei den Filmaufnahmen häufig Crew und Kamera im Spiegel zu erkennen. In der Postproduktion wurden dann diese störenden Bildelemente eliminiert.

Somit kann der Regisseur seine Wunscheinstellung drehen ohne die unerwünschte Spiegelung zu beachten. Die Kamera wird nun um 180° geschwenkt, vor dem Spiegel platziert und ein Gegenschuss produziert. Damit wird das sogenannte Spiegelbild rekonstruiert. Dieses ist frei von Gegenständen und Personen. Es wurde ein sogenanntes *cleanplate* gedreht.<sup>69</sup>

In einem zweiten Schritt, wird das *cleanplate* über den zu retuschierenden Bereich gelegt. Eine anschließende Maskierung von Personen oder Objekten dient dazu, diese zu erhalten. Sie sind damit eine eigenständige Ebene.

Diese Bearbeitung wurde auch in der Szene verwendet, in der die Kamera an Thomas Gesicht vorbeifährt. In der Spiegelung ist Nathalie zu sehen, die ihre Pirouetten tanzt. Da die Kamera von rechts nach links wandert und fast frontal auf den Spiegel „schießt“, ist diese über die komplette Einstellung in der Spiegelung zu sehen. (Abb. 28-30) (T 00:12:22-00:12:55) Auch hier werden zwei Einstellungen benötigt, zuerst die *heroplate* mit der Spiegelung des Kameramannes (Abb. 28) und eine zweite, die vorm Spiegel in die Gegenrichtung filmt. Durch Maskierung und Rotoskopierung kann nun der Kameramann aus dem Bild entfernt werden. (Abb. 29) Das Resultat ist eine Kamerabewegung, die an Thomas Gesicht vorbeifährt und in der Spiegelung nur noch ihn und die tanzende Nina zeigt. Die Kamera scheint unsichtbar zu sein. Da eine Handkamera benutzt wurde, ist das Bild immer leicht in Bewegung. So fällt dem Zu-

---

<sup>68</sup> Vgl. Dan Schrecker discusses the visual FX of “Black Swan”, Stand 04.07.2012  
<http://www.makingof.com/film/458/black-swan>

<sup>69</sup> Vgl. ebd.

schauer später die Maskierung des Hintergrunds nicht auf, da keine genauen Fixpunkte sichtbar sind durch die bewegte Kamera. (Abb. 30)

Eine weitere Methode des Spiegeltricks wird eingesetzt in der *infinity* Einstellung, in der Nina in der Umkleidekabine vor dem Spiegel steht und für ihr Kostüm vermessen wird. Die Kamera bewegt sich hinter Nina von der rechten zur linken Schulter. Sie steht vor einem Spiegel indem unendlich viele Spiegelbilder von ihr zu sehen sind, die sich synchron zu ihr bewegen. Lediglich ein Spiegelbild ist andersartig, hier kratzt sich Nina an ihrer Schulter. (Abb. 34-37) (T 01:13:22-01:14:05)

Die Erstellung dieser Szene ist nur möglich über zwei Einstellungen. Zuerst wird eine *heroplate* von Nina gedreht. Die Kamera bewegt sich wie in der finalen Szene von rechts nach links. Nina beugt ihren Körper leicht nach rechts, um später einen besseren Winkel und Sicht auf die abgelöste Spiegelung zu bekommen. Nur durch einen weiteren Trick war es möglich, das die senkrecht zum Spiegel positionierte Kamera nicht sichtbar war.

„They used two one-way mirrors so the camera is not seen.“<sup>70</sup>

Es wurde eine unendliche Spiegelung dadurch erzeugt, dass sich zwei Spiegel gegenüberstanden. (Abb. 34)

Nina wird zwischen zwei Einwegspiegeln (One-way mirror) platziert, die halbdurchlässig sind. Die eine Seite des jeweiligen Spiegels lässt Licht hindurch, während die andere es total reflektiert. Auf der Seite der Kamera befindet sich die halbdurchlässige Spiegelschicht, während die reflektierende Seite zu Nina gerichtet ist. Nun kann die Kamera problemlos Nina und die unendliche Spiegelung aufnehmen ohne selbst im Bild zu erscheinen.

Nachdem nun das Problem mit der Kamera umgangen wurde, wird nun von Nina eine zweite Einstellung vor einem *greenscreen* gedreht. Nina kratzt sich an der Schulter, hierbei bewegt sich die Kamera exakt identisch, wie in der ersten Einstellung. (Abb. 35)

---

<sup>70</sup> Behind the Visual Effects on Black Swan, Anne Thompson , Stand 16.06.2012, [http://blogs.indiewire.com/thompsononhollywood/black\\_swan\\_vfx1](http://blogs.indiewire.com/thompsononhollywood/black_swan_vfx1)

Von der ersten Einstellung wird nun die dritte Spiegelung wegretuschiert und die Greenscreenaufnahme dort eingesetzt. (Abb.36-37) Mit Hilfe der *rotoscopia* wird Nina aus der ersten Einstellung freigestellt, um sie dann als oberste Ebene im Vordergrund vor der Greenscreenaufnahme einzusetzen.<sup>71</sup>

Für die Maskierung und Bearbeitung wurden *Nuke* von *The Foundry*, *After effects* von *Adobe* sowie *Mocha* und *Autodesk Flame* verwendet.<sup>72</sup>

---

<sup>71</sup> Vgl. ebd.

<sup>72</sup> Vgl. Dan Schrecker Q&A, Behind the visual effects in "Black Swan" and "Limitless", Tim Moynihan, Stand 04.07.2012, [http://www.pcworld.com/article/225669/dan\\_schrecker\\_qanda\\_behind\\_the\\_visual\\_effects\\_in\\_black\\_swan\\_and\\_limitless.html](http://www.pcworld.com/article/225669/dan_schrecker_qanda_behind_the_visual_effects_in_black_swan_and_limitless.html)

## 5.6 Clean Up

Unter dem Begriff *clean up* versteht man das Säubern, bzw. das Wegretuschen von Bildelementen, die nicht in der finalen Szene zu sehen sein sollen. Wie schon zuvor im Kapitel 5.5 Mirror effect, wurden Crewmitglieder aus Spiegelungen wegretuschiert.

In der Anfangssequenz des Films träumt Nina davon, dass sie den Schwanensee tanzt. Es sind nur Füße und Beine mit dem Ansatz des Tutus zu sehen. (T 00:01:14-00:03:17)

Im Rohmaterial sieht der Boden abgenutzt und zerkratzt aus. Da *Darren Aronofsky* aber den Eindruck eines Traumes widerspiegeln wollte, musste der Boden in der Postproduktion nachbearbeitet und aufgewertet werden.<sup>73</sup> (Abb. 24-25)

Da es sich bei der Tanzszene um eine lange Einstellung handelt, war es nicht möglich aus Budgetgründen ein CG-Replacement zu erstellen, also einen computergenerierten Boden. Somit wurde über die Szene ein kompletter *caustic* Effekt gelegt.<sup>74</sup> Der Vorteil liegt darin, eine leichte Unschärfe zu erzeugen und damit ein Effekt zu erzielen, als wenn Licht durch Wasser fällt. Dieses ist dann nicht mehr hartgebrochen, sondern wird gebogen und gebündelt und lässt Lichtkanten entstehen.

Auf diese Weise wurden die Kratzer und Risse im Boden verwischt und der *look* entsprach dem eines Traums. (Abb. 25)

Ein weiterer Einsatz von *clean up* erscheint in der Szene, in der sich Ninas Beine zu denen eines Schwans transformieren. (T 01:20:50-01:21:50) Auf diesen Effekt wird im Kapitel 5.8 Greenscreenaufnahmen noch weiter eingegangen.

In dieser Szene störten die Schuhe des Puppet Leg Operators im Bild. Sie wurden wegretuschiert und durch den ursprünglichen Teppich wieder ersetzt. (Abb. 40)

---

<sup>73</sup> Vgl. Dan Schrecker discusses the visual FX of Black Swan, Stand 05.07.2012

<http://www.makingof.com/film/458/black-swan>

<sup>74</sup> Vgl. fxguide, Black Swan Takes Wings, Ian Failes, Stand 21.06.2012,

[http://www.fxguide.com/featured/black\\_swan\\_takes\\_wings/](http://www.fxguide.com/featured/black_swan_takes_wings/)

Viel retuschiert wurde auch in der Tanzszene, in der Nina beginnt ihre Transformation zum schwarzen Schwan einzuleiten. Da um die Bühne herum überall *motion capture* Kameras platziert waren, die die Tanzbewegung des Doubles messen sollten, war es nicht möglich sie auf der finalen Bühne zu filmen. Zur Eliminierung der *motion capture* Kameras musste anschließend der steinmauerartige Vorhang im Hintergrund verlängert werden und die Bodeplatte wegretuschiert werden, damit ein einheitlicher Boden entstand.<sup>75</sup> (Abb. 26-27) (T 01:30:43-01:33:09)

---

<sup>75</sup> Vgl. Dan Schrecker discusses the visual FX of Black Swan, Stand 05.07.2012  
<http://www.makingof.com/film/458/black-swan>

## 5.7 Crowd Duplication

In der finalen Szene tanzt Nina als fertiger Schwan auf der Bühne und dreht sich mit ihrem gesamten Körper zum applaudierenden Publikum. (Abb. 39) (T 01:32:19-01:33:09)

Dieser Effekt wurde mit Hilfe von *greenscreen* produziert. Dabei bewegte sich Nina vor einer grünen Wand, die vor der Bühne den gesamten Zuschauerraum abdeckte. (Abb. 38) An dieser Stelle wurde jetzt mit *crowd duplication* das Publikum erzeugt.

Es wurden gut gekleidete Gruppen von Personen gefilmt, die entweder standen, saßen oder applaudierten. Anschließend wurden in den Gruppen die Positionen der Menschen verändert, um eine Zufälligkeit zu erzeugen. Die Gruppen wurden dann vervielfältigt und auf den Zuschauerraum verteilt. Das Orchester wurde als separate Gruppe einmal gefilmt und eingesetzt.

Dies alles geschah mit fixierter Kamera aus einer Richtung.

Diese Form des Effektes wird dann eingesetzt, wenn aus Kostengründen auf hunderte von Statisten verzichtet werden soll, zur Entlastung der Logistik.

In diesem Film war die Duplizierung sinnvoll, da das Publikum in einer Totalen dargestellt wurde und der Zuschauerraum durch Lichter und Gegenlichter dunkel, neblig und verschwommen erschien. (Abb. 39) Dadurch wurden die, in unregelmäßigen Abständen dargestellten, gleichen Personen, nicht als solche erkannt, sondern fügten sich zu einem individuellen Publikum zusammen. Eine genaue Betrachtung des Publikums war sowieso nicht möglich, da Ninas Tanz durch eine bewegliche Kamera verfolgt wurde und vom Publikum ablenkte.



## 5.8 Greenscreen

Einer der häufigsten Effekte in der Filmindustrie ist *blue*-oder *greenscreen*. Personen oder Objekte werden vor einem einheitlichen Farbton abgelichtet, der dann hinterher durch andere neuartige Hintergründe ersetzt werden kann. Dies ist auch bei *Black Swan* der Fall.

In einer Szene des Films kommt Nina nach dem Krankenhausbesuch von Beth, der ehemaligen Muse von Thomas, nach Hause gestürzt, bemerkt in ihrem Zimmer, dass ihre Transformation zum Schwan voranschreitet. (T 01:20:50-01:21:50)

Sie steht vor einem Spiegel und man sieht ihre Beine in einer Naheinstellung. Beide Beine fangen nacheinander an einzuknicken und nehmen Schwanenform an. Dieser Effekt entstand aus einem Mix aus *special*-und *visual effects*. (Abb. 40-43) Es wurde ein genaues Abbild ihrer Beine erstellt. Diese künstlichen Beine wurden an ein Puppenmodell montiert, das mit der identischen Kleidung von Nina bestückt war. Der zuständige Puppenoperator hielt sich hinter dem Puppenmodell auf und konnte durch eine Verlängerung die Beine einknicken lassen. (Abb. 41) Jetzt wurde die Naheinstellung der Beine gedreht, wie sie einknickten. Dieser, direkt am Drehort realisierte Effekt ist somit ein *special effect*. Durch *visual effects* wurde sich der bildende Schwanenfuß weiter verfeinert. (Abb. 40)

In der zweiten Einstellung wird Nina genauso positioniert, wie in der totalen Einstellung mit dem Puppenoperator und seinem Modell. Der einzige Unterschied zur vorherigen Szene ist, dass hinter ihr ein *greenscreen* aufgebaut ist. (Abb. 42) Lichtstimmung, Position zur Kamera und Kameraführung sind identisch. Durch das *greenscreen* ist es nun möglich in der Postproduktion die beiden Einstellungen von Nathalie und dem Puppenmodell zu einer Komposition zusammenzuführen. Der Körper von Nathalie wird dabei auf die Puppenbeine gesetzt. (Abb. 43) Dies ist nur möglich durch die identischen Kleiderstücke beider Aufnahmen. Der Puppenoperator wird wegretuschiert und durch ein *clean plate* ersetzt. Damit ist die finale Komposition fertig.

*Greenscreen* kam auch nochmal zum Ende des Films zum Einsatz, als Nathalie als fertiger Schwan auf die Bühne trat und sich vor dem Publikum verbeugte. Die Kamera filmte sie von hinten in Richtung des Publikums. (Abb. 38-39) (T 01:32:19-01:33:09)

In der Realität stand Nathalie in dieser Szene vor einer großen Greenscreenwand, die

sich über die gesamte Bühnenbreite erstreckte. (Abb. 38) In der Postproduktion konnte nun diese Wand durch applaudierendes Publikum und Orchester ersetzt werden.<sup>76</sup> (Abb. 39)

---

<sup>76</sup> Vgl. Fox Searchlight Pictures, 2011, Limited Black Edition Black Swan, Blu-ray Bonusmaterial

## 5.9 Kritik

Der Film *Black Swan* wurde am 5. September 2010 in den USA gezeigt. Die Erstaufführung fand am 1. September 2010 bei dem Filmfestival in Venedig statt.

Der Film kam in den USA nicht so erfolgreich an und war nicht unter den Top 20. In Deutschland hingegen bekam der Film deutlich positivere Resonanz. Die Herstellungskosten beliefen sich auf 13 Millionen US-Dollar. Das Einspielergebnis waren 106,95 Millionen US-Dollar in Amerika.

Zu den häufigsten Kritikpunkten zählt die brutale und fast schon überzogene Handlung der Ballerina. Viele Klischees, die Ballerina beschreiben, wurden in diesem Film bedient, wie extreme Disziplin, hartes Training, Magersucht und auf Erfolg fixierte Tänzerinnen. *Darren Aronofsky* sagte dazu in einem Interview der *Spiegel Online*:

„Wenn man Ballett anschaut, wirkt es so schön und schwerelos, dass man keine Vorstellung davon hat, wie grauenhaft es wirklich ist, auf Zehenspitzen auf einem Holzklotz zu stehen und eine Pirouette zu drehen. Es ging mir auch darum Respekt vor den Tänzern zu erzeugen, davor, was sie tun müssen, um diese spezielle Kunstform zu erschaffen. (...) ich wollte auch, dass die ganze Tonart des Films so hysterisch, aufgeblasen, melodramatisch und übertrieben ist, wie Ballett.“<sup>77</sup>

Durch diese extreme Darstellung war es auch den produzierenden Studios nicht ganz klar, wie der Film eingeordnet werden sollte. War er ein Horrorschocker, ein Neurotikdrama oder ein Ballettfilm. *Black Swan* schaffte es dennoch viele Preise zu gewinnen: Beste Hauptdarstellerin bei den *British Academy Film Awards 2011*, *Golden Globe Awards 2011*, *Independent Spirit Awards 2011*, *Marcello-Mastroianni-Preis 2010*, und den *Oscarverleihungen 2011*.

---

<sup>77</sup> Spiegel Online Interview, Menschliche Körper und Mathematik, das funktioniert nicht, Andreas Borcholte, Stand 07.07.2012, <http://www.spiegel.de/kultur/kino/0,1518,druck-740782,00.html>

Die Verleihung des *Oscars* an *Nathalie Portman* für ihre Leistung als Ballerina war sehr umstritten. Begünstigt durch das head replacement wurde die darstellerische Leistung durch eine professionelle Ballerina ausgeführt.

Die eigentliche Ballerina *Sarah Lane* erhielt keine Auszeichnung für ihre Darbietung, obwohl sie einige Ganzkörpereinstellungen tanzte. *Sarah Lane* wurde nur als Hand und Stunt-Double in den *credits* vermerkt. Producer forderten sie auch auf, keine weiteren Interviews mehr vor den Oscarverleihungen zu geben, um weiteren Diskussionen, wegen der Anzahl der Tanzszenen aus dem Weg zu gehen. Es sollte dem Image von *Nathalie Portman* nicht zu sehr geschadet werden.<sup>78</sup> Außerdem sollte der Anschein gewahrt bleiben, Nathalie hätte es innerhalb von 1 ½ Jahren geschafft, zu einer perfekten Ballerina zu werden.<sup>79</sup>

Nach Aussage von *Sarah Lane*, hat Nathalie nur 5% der Tanzszenen getanzt. Der Tänzer und Choreograph *Benjamin Millepied* spricht allerdings von 85%.<sup>80</sup>

---

<sup>78</sup> Vgl. Skandal:Nathalie Portmans“Black Swan“-Double legt nach, Maren Koetsier, Stand 13.07.2012  
<http://www.filmstarts.de/nachrichten/18470895.html>

<sup>79</sup> Vgl. Natalie Portman's 'Black Swan' Dance Double Says She Deserves More, Christopher John Farley, Stand 29.06.2012, Credit<http://blogs.wsj.com/speakeasy/2011/03/26/natalie-portman%E2%80%99s-black-swan-dance-double-says-she-deserves-more-credit/>

<sup>80</sup> Vgl. ebd.

## 6 Ausblick

Die amerikanische Filmindustrie hat VFX total in ihre Filmplanung integriert. Kein neuer Film wird mehr ohne VFX auskommen können. Im Budget sind schon mindestens 20% für diese Effekte reserviert. Die deutsche Filmindustrie ist hier etwas zurückhaltender. Wenn große Regisseure, wie *Wim Wenders* sich in folgender Weise äußern, dass „Spezialeffekte sind Spezialdefekte“, <sup>81</sup> kann man sich vorstellen, wie hierzulande solche Effekte betrachtet werden.

Bei VFX spielt der Kostenfaktor und die Qualität der Mitarbeiter eine große Rolle. Die Entwicklung dieser Effekte startete schon in den 30er Jahren, wodurch die Amerikaner auf diesem Gebiet einen riesigen Vorsprung hatten. Dieser wurde von ihnen stetig ausgebaut und technisch weiterentwickelt.

In einem Telefonat mit *Henrik Fett*, VFX supervisor von *Black Swan*, wurden noch einmal diese Aspekte aus amerikanischer Sicht bestärkt. Im Wortlaut wurde bestätigt, dass die qualifizierten *digital artists* hauptsächlich in Amerika zu finden sind. Diese wiederum geben Schulungen in östlichen Ländern, um eine bessere Zusammenarbeit zu gewährleisten und auch auf dem Markt Fuß zu fassen. Hinzu kommt noch, dass die Auslagerung von bestimmten Effektprozessen, wie *rotoscope* und *tracking* in Übersee kostengünstiger ist. Dies wird sich zukünftig noch verstärken.

Weiterhin äußerte er sich über die Rationalisierung auf diesem Gebiet und stellte fest, dass die Marge für VFX schon total ausgereizt sei und auch neue technologische Entwicklungen dies nicht verbessern könnten. Hiermit ist besonders die teure Hard- und Software mit ihren Updates gemeint. <sup>82</sup>

Die Technologie und die Kreativität werden immer weiterentwickelt. So erklärte *Sebastian Sylwan*, *Chief Technology Officer* bei *Weta Digital*.

„Weta Digital ist bestrebt, innovative Technologien für die visuelle Gestaltung voranzutreiben. Unsere Anforderungen an die Technologie sind in der Regel komplex und wir arbeiten mit Forschungseinrichtungen, Industriepartnern und

---

<sup>81</sup> Special Visual Effects- Planung und Produktion, Thomas Malack, Rolf Giesen, Bleicher Verlag, 1. Auflage 2002 , S.9

<sup>82</sup> Telefonat mit Henrik Fett vom 12.07.2012, VFX Supervisor Black Swan LOOK FX

Technologieführern, wie Autodesk zusammen, um unseren Artists die modernsten Werkzeuge zu bieten.“<sup>83</sup>

Durch den Einsatz von VFX können real gedrehte Filme noch realistischer dargestellt werden und computergenerierte Filme sich immer mehr der Realität nähern.

Die Herstellung aller dieser Effekte kann nur durch die *digital artists* erfolgen. Schauspieler werden aber weiterhin für alle Filme benötigt. VFX wird sie nicht ablösen können, da selbst in den effektlastigen Filmen sie als Referenz benötigt werden, um Bewegung, Gestik und Mimik auf künstlich erzeugte Figuren zu übertragen.

*Visuelle Effekte* müssen aber weiterhin in die Vorplanung eines Filmes mit einbezogen werden. Ein unvorbereiteter Einsatz von VFX ist nur mit großem Aufwand möglich.

Es wird aber nur seltenen Fällen möglich sein, einen Film mit mäßiger Handlung und Schauspielerleistung durch VFX aufzuwerten oder gar zu retten.

---

<sup>83</sup>Anisecond, Tim und Struppi reizt Animationstechnik aus, Janine Bayer, Stand 19.07.2012, <http://www.anisecond.com/artikel/cg-workflows-von-tim-und-struppi-tim-und-struppi-reizt-animationstechnik-aus/1564.html>

## 7 Fazit

Der Film *Black Swan* zeigt hervorragend die Verbindung von schauspielerischer Leistung in Kombination mit *visual effects*. Die *VFX* unterstützen den Film in seiner Handlung und Wirkung. Alle diese Effekte bleiben dem Zuschauer verborgen, die Illusion ist perfekt. Das *making of* zeigt, wie umfangreich die Bearbeitung durch *VFX* ist. Erst die Kombination aus unterschiedlichen Effektgruppierungen, wie *greenscreen*, *matchmoving*, *CGI*, *rotoscoping* und *Stereoskopie* ermöglichen es, mit *VFX* Personen und Objekte zu manipulieren. Die Realität wird verändert und das neu Geschaffene suggeriert Authentizität.

In diesem Film zeigt sich, wie perfekt *VFX* eingebracht wurde, so perfekt, dass die Schauspielerin *Nathalie Portman* für darstellerische Leistung Preise erhielt.

Gute *artists*, *matchmover* etc. sind also für den Erfolg eines Filmes von großer Bedeutung.

Dieser US-Film hat bei kleinem Budget riesige Gewinne eingespielt. Dabei haben sicherlich unter anderem die perfekten *visual effects* eine Rolle gespielt. *VFX* ist aus der amerikanischen Filmproduktionsstruktur nicht mehr wegzudenken. Nur noch kleine *Independant-* oder *Micro Budget* Produktionen sind davon ausgenommen.

*VFX* hat seinen Ursprung aus den Filmtricks nicht verloren. Auch weiterhin werden immer neue und trickreiche Effekte hervorgebracht und den Film prägen. Die Effekte steigern sich immer noch weiter von Film zu Film und versuchen neue Trends und Meilensteine zu setzen.

## Quellenverzeichnis

[www.anisecond.com](http://www.anisecond.com)  
[www.artofvfx.com](http://www.artofvfx.com)  
[www.babelsbergfilmschool.de](http://www.babelsbergfilmschool.de)  
[www.blogs.indiewire.com](http://www.blogs.indiewire.com)  
[www.blogs.wsj.com](http://www.blogs.wsj.com)  
[www.chinadaily.com](http://www.chinadaily.com)  
[www.content.foxsearchlight.com](http://www.content.foxsearchlight.com)  
[www.digitalfernsehen.de](http://www.digitalfernsehen.de)  
[www.eduardoangel.com](http://www.eduardoangel.com)  
[www.fastcocreate.com](http://www.fastcocreate.com)  
[www.filmsite.org](http://www.filmsite.org)  
[www.filmstarts.de](http://www.filmstarts.de)  
[www.financialexpress.com](http://www.financialexpress.com)  
[www.fxguide.com](http://www.fxguide.com)  
[www.haniblog.com](http://www.haniblog.com)  
[www.hegewald.hkdm.de](http://www.hegewald.hkdm.de)  
[www.imagineersystems.com](http://www.imagineersystems.com)  
[www.makingof.com](http://www.makingof.com)  
[www.medianet-bb.de](http://www.medianet-bb.de)  
[www.moviesection.de](http://www.moviesection.de)  
[www.pcworld.com](http://www.pcworld.com)  
[www.planet-wissen.de](http://www.planet-wissen.de)  
[www.puchner.org](http://www.puchner.org)  
[www.pwc.de](http://www.pwc.de)  
[www.spiegel.de](http://www.spiegel.de)  
[www.studioaily.com](http://www.studioaily.com)  
[www.tonysealy.com](http://www.tonysealy.com)  
[www.youtube.com](http://www.youtube.com)



---

## Literaturverzeichnis

**Bertram Sacha**, Vfx, UVK Verlag 2005.

**Brinkmann Ron**, The Art and Science of Digital Compositing, Morgan Kaufmann Verlag, 2.Auflage 2008.

**Byrne Bill**, The Visual Effects Arsenal-VFX Solutions for the independent Filmmaker, Focal Press Verlag, Auflage Pap/Cdr 13.Mai 2009.

**Dobbert Tim**, Matchmoving-The invisible art of camera tracking, John Wiley&Sons Verlag, 1.Auflage, 2005.

**Duda Rainer**, Digital Production, Bewegungserfassung hautnah, ATEC Business information Verlag, Ausgabe 03.Jahr 2012.

**Flückiger Barbara**, Visual effects-Filmbilder aus dem Computer, Schüren Verlag 2008

**Gisen Rolf, MulackThomas** Special Visual Effects-Planung und Produktion, Bleicher Verlag, 2002.

**Zwermann Susan**, The VES Handbook of Visual Effects-Industry Standard Vfx Practices and Procedures, Vocal Press Verlag, 2010, Jeffrey A. Okun.

Emailverkehr mit John Palante, Curious Pictures vom 21.06.2012

Telefonat mit Henrik Fett, VFX Supervisor Black Swan LOOK FX, vom 12.07.2012

# Anlagen

Tabelle 1: Top 20 US-Filme 2010 und VFX Einsatz

Filmtitel	Erstausrahlung USA	Einspielergebnis USA (\$)	VFX	Rotoscope	Stereoskopie	CGI	Matchmove/Gr een Screen	Motion Capture
<b>2010</b>								
Toy Story 3	18.06.2010	415.004.880	x		x	x		
Alice im Wunderland	05.03.2010	334.191.110	x	x	x	x	x	x
Iron Man 2	07.05.2010	312.128.345	x	x		x	x	x
Eclipse-Biss zum Abendrot	30.06.2010	300.531.751	x	x		x	x	
Inception	16.07.2010	292.511.473	x	x		x	x	
Harry Potter-und die Heiligtümer des Todes Teil 1	19.11.2010	265.723.618	x	x	x	x	x	x
Ich-Einfach unverbesserlich	09.07.2010	250.493.640	x	x	x	x		
Für immer Shrek	21.05.2010	238.395.990	x	x	x	x		
Drachenzähnen leicht gemacht	26.03.2010	217.581.231	x		x	x		
Karate Kid	11.06.2010	176.591.618	x			x		
Kampf der Titanen	02.04.2010	163.214.888	x	x	x	x	x	x
Kidsköpfe	25.06.2010	162.001.186	x	x		x		
Megamind	05.11.2010	141.641.535	x		x	x		
Die Legende von Aang	01.07.2010	131.601.962	x	x	x	x	x	
Shutterisland	19.02.2010	128.013	x	x		x	x	
Rapunzel-Neu verwöhnt	24.11.2010	127.918.276	x		x	x		
Die etwas anderen Cops	06.08.2010	119.219.978	x	x		x	x	
Salt	23.07.2010	118.311.368	x	x		x	x	
Jackass 3D	15.10.2010	116.875.621	x	x	x			
Valentinstag	08.02.2010	110.485.654	x	x				
:								
Black Swan	05.09.2010	106.952.327	x	x		x	x	x

Quelle: Blickpunkt Film Ausgabe Nr. 52/10

Tabelle 2: Top 20 US-Filme 2011 und VFX Einsatz

Filmtitel	Erstausstrahlung USA	Einspielergebnis USA (\$)	VFX	Rotoscope	Stereoskopie	CGI	Matchmove/Gr een Screen	Motion Capture
<b>2011</b>								
Harry Potter-und die Heiligtümer des Todes Teil 2	11.07.2011	381.011.219	x	x		x	x	
Transformers 3	29.06.2011	352.390.543	x	x	x	x	x	x
Breaking Dawn, Teil 1	18.11.2011	266.327.974	x	x		x	x	x
Hangover 2	26.05.2011	254.464.305	x	x		x	x	
Pirates of the Caribbean- Fremde Gezeiten	20.05.2011	241.071.802	x	x	x	x	x	x
Fast & Furious Five	29.04.2011	209.837.675	x	x		x	x	
Cars 2	14.06.2011	191.452.396	x		x	x		x
Thor	06.05.2011	181.030.624	x	x	x	x	x	x
Planet der Affen: Prevolution	05.08.2011	176.740.650	x	x		x	x	x
Captain America	19.07.2011	176.654.505	x	x	x	x	x	x
The Help	09.08.2011	169.345.705	x			x		
Brutalalarm	13.05.2011	169.106.725	x	x				
Kungfu Panda 2	26.05.2011	165.249.063	x		x	x		
X-Men-Erste Entscheidung	03.06.2011	146.408.305	x	x		x	x	
Rio	15.04.2011	143.619.809	x		x	x		
Der gestiefelte Kater	23.10.2011	142.775.402	x		x	x		
Die Schlümpfe	24.07.2011	142.614.355	x	x	x	x	x	
Super 8	10.06.2011	127.004.179	x	x		x	x	x
The Kings Speech	* 06.09.2010	138.797.449	x	x		x	x	
Rango	04.03.2011	123.257.581	x	x	x	x		x

\* Dieser Film wurde 2010 in USA erstausgetraht, jedoch in 2011 erfasst.

Legende:	x	= Effekt wird verwendet
		= Effekt nicht verwendet
		= Keine Angaben

Quelle:Clickpunkt Film Ausgabe Nr. 52 /11

## Quellenverzeichnis Tabellen

<http://www.kino.de/news/3d-kam-nicht-in-frage/306132>  
<http://micechat.com/forums/movies/163137-pixar-cars-2-snubbed-oscars-2.html>  
<http://www.imdb.de/title/tt1014759/fullcredits#cast>  
<http://www.vlicious.org/2011/05/behind-scenes-featurette-for-kung-fu.html>  
<http://www.imdb.de/title/tt1014759/fullcredits#cast>  
<http://www.imdb.com/title/tt1324999/fullcredits#cast>  
<http://www.imdb.com/title/tt0458339/fullcredits#cast>  
<http://www.imdb.com/title/tt1216475/fullcredits#cast>  
<http://www.imdb.com/title/tt0448694/fullcredits#cast>  
<http://www.imdb.de/title/tt1386588/fullcredits#cast>  
<http://www.imdb.de/title/tt0938283/fullcredits#cast>  
<http://www.imdb.de/title/tt0938283/fullcredits#cast>  
<http://www.imdb.de/title/tt0892769/fullcredits#cast>  
<http://www.imdb.de/title/tt1325004/fullcredits#cast>  
<http://www.imdb.de/title/tt1325004/fullcredits#cast>  
<http://www.imdb.com/title/tt1596343/fullcredits#cast>  
<http://www.fxguide.com/featured/get-the-smurf-out-of-here/>  
<http://www.imdb.com/title/tt1411697/fullcredits#cast>  
<http://www.imdb.de/title/tt0926084/fullcredits#cast>  
<http://www.imdb.com/title/tt1201607/fullcredits#cast>  
<http://www.imdb.de/title/tt1323594/fullcredits#cast>  
<http://www.imdb.de/title/tt1323594/fullcredits#cast>  
<http://www.imdb.de/title/tt1228705/fullcredits#cast>  
<http://www.imdb.de/title/tt1116184/fullcredits#cast>  
<http://www.imdb.de/title/tt1155076/fullcredits#cast>  
<http://www.imdb.de/title/tt1155076/fullcredits#cast>  
<http://www.kinos3d.de/film/kung-fu-panda-2>  
<http://www.imdb.de/title/tt1302011/fullcredits#cast>  
<http://www.imdb.de/title/tt1302011/fullcredits#cast>  
<http://mackenziefoxy.com/2011/01/more-breaking-dawn-cgi-info/>  
<http://www.fxguide.com/featured/mpc-on-track-with-fast-five/>  
<http://www.comicbookmovie.com/fansites/MarvelFreshman/news/?a=44490>  
<http://www.imdb.de/title/tt1014759/fullcredits#cast>  
<http://www.imdb.de/title/tt0398286/fullcredits#cast>  
<http://www.imdb.com/title/tt1436562/fullcredits#cast>  
<http://www.imdb.com/title/tt0944835/fullcredits#cast>  
[http://www.digitalanimators.com/2001/05\\_may/features/Shrek/TheMakingShrek.htm](http://www.digitalanimators.com/2001/05_may/features/Shrek/TheMakingShrek.htm)  
<http://www.imdb.de/title/tt1130884/fullcredits#cast>  
<http://www.imdb.de/title/tt1650062/fullcredits#cast>  
<http://www.imdb.com/title/tt1650062/fullcredits#cast>  
<http://www.imdb.com/title/tt1454029/fullcredits#cast>  
<http://www.imdb.com/title/tt1504320/fullcredits#cast>  
<http://www.imdb.com/title/tt0800369/fullcredits#cast>  
<http://www.imdb.de/title/tt0435761/fullcredits#cast>  
<http://www.imdb.com/title/tt1399103/fullcredits#cast>  
<http://www.imdb.de/title/tt0817230/fullcredits#cast>  
<http://www.slashfilm.com/video-bruce-greenwood-super-8-monster/>  
<http://www.imdb.com/title/tt1270798/fullcredits#cast>  
<http://collider.com/x-men-first-class-movie-clips/92738/#more-92738>

## Bilder



Abb. 01

Quelle: artovfx

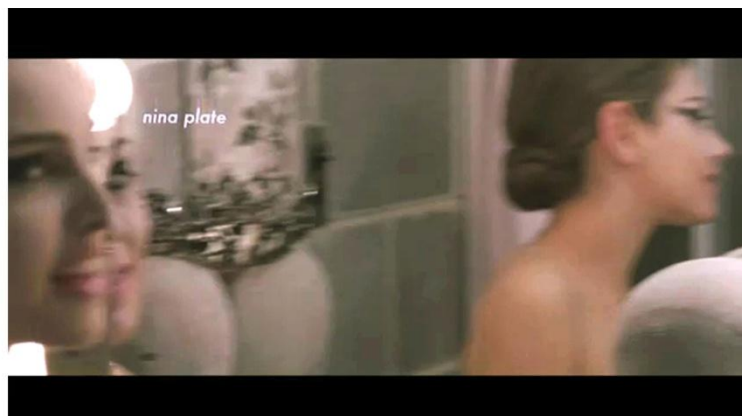


Abb. 02

Quelle: artovfx



Abb. 03

Quelle: artovfx



Abb. 04

Quelle: artofvfx



Abb. 05

Quelle: artofvfx

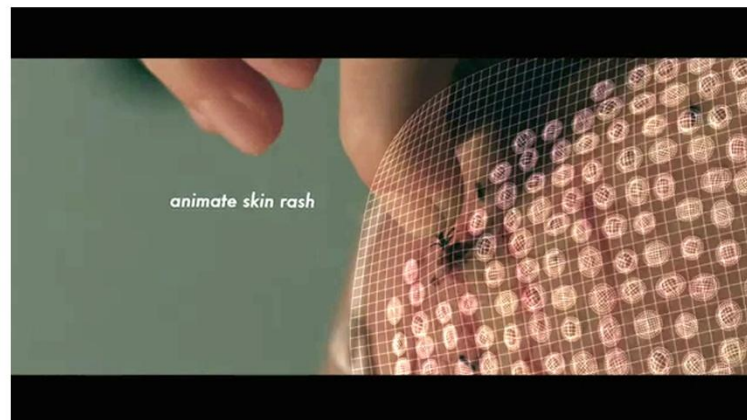


Abb. 06

Quelle: artofvfx



Abb. 07

Quelle: artofvfx



Abb. 08

Quelle: artofvfx





Abb. 09

Quelle: artofvfx

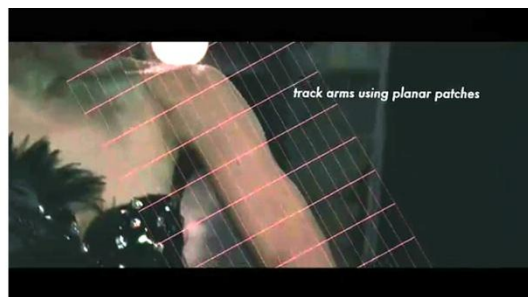


Abb. 10

Quelle: artofvfx



Abb. 11

Quelle: artofvfx



Abb. 12

Quelle: artofvfx





Abb. 13

Quelle: artofvfx



Abb. 14

Quelle: artofvfx

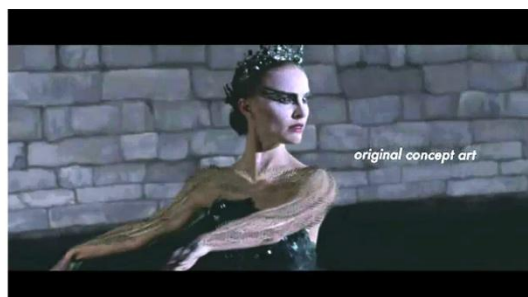


Abb. 15

Quelle: artofvfx



Abb. 16

Quelle: artofvfx



Abb. 17

Quelle: artofvfx



Abb 18

Quelle: artofvfx



Abb. 19

Quelle: artofvfx

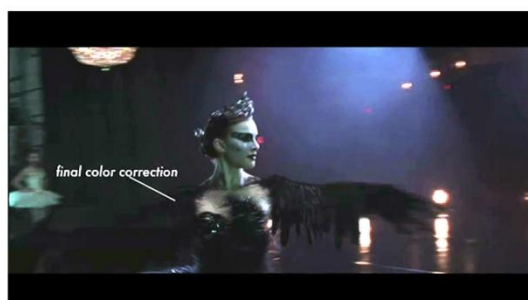


Abb. 20

Quelle: artofvfx



Abb. 21

Quelle: artofvfx



Abb. 22

Quelle: artofvfx

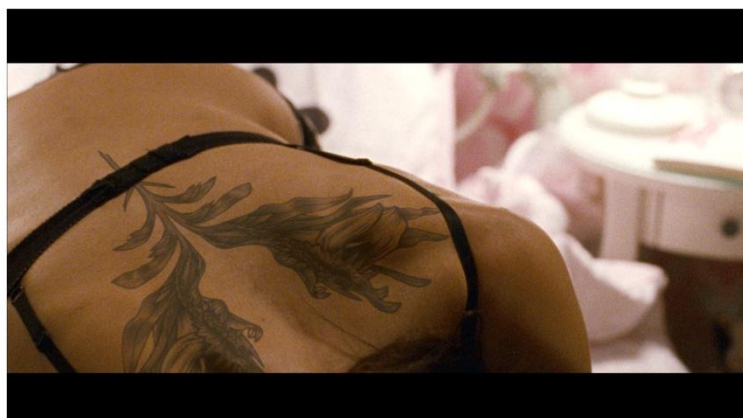


Abb. 23

Quelle: artofvfx



Abb. 24

Quelle: artofvfx



Abb. 25

Quelle: artofvfx

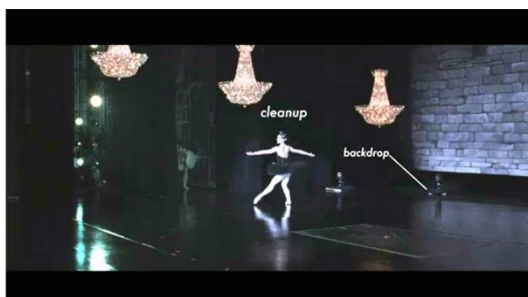


Abb. 26

Quelle: artofvfx

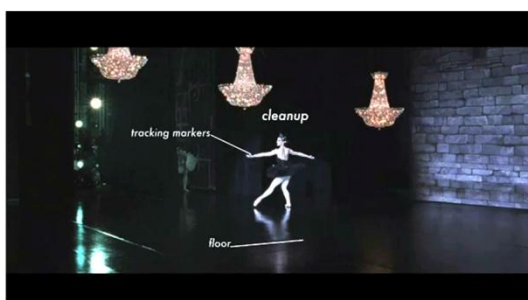


Abb. 27

Quelle: artofvfx



Abb. 28

Quelle: artofvfx



Abb. 29

Quelle: artofvfx

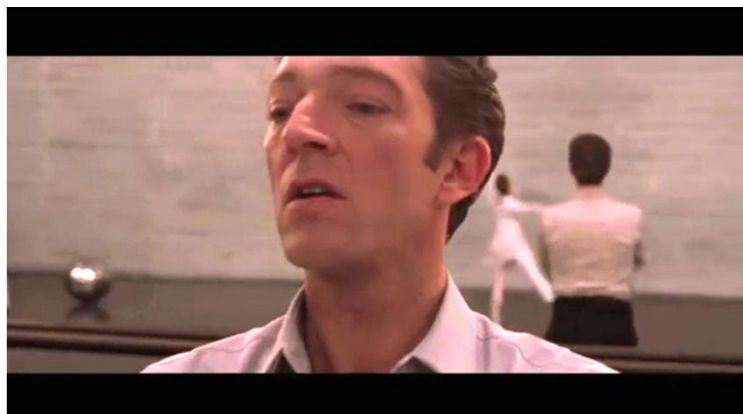


Abb. 30

Quelle: artofvfx



Abb. 31

Quelle: artofvfx



Abb. 32

Quelle: artofvfx



Abb. 33

Quelle: artofvfx





Abb. 34

Quelle: artofvfx



Abb. 35

Quelle: artofvfx



Abb. 36

Quelle: artofvfx



Abb. 37

Quelle: artofvfx



Abb. 38

Quelle: Limited Black Edition



Abb. 39

Quelle: Limited Black Edition





Abb. 40

Quelle: artofvfx



Abb. 41

Quelle: artofvfx

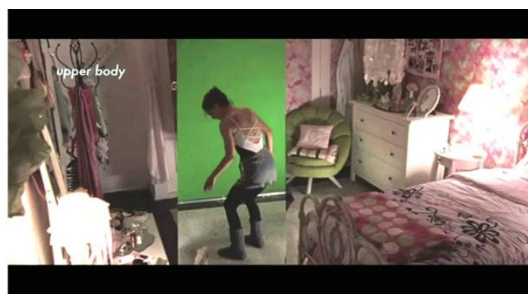


Abb. 42

Quelle: artofvfx



Abb. 43

Quelle: artofvfx



Abb. 44

Quelle: Limited Black Edition



Abb. 45

Quelle: Limited Black Edition

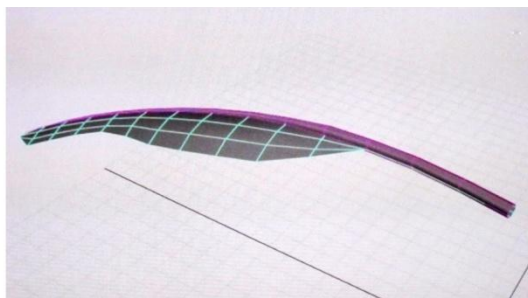


Abb. 46

Quelle: Limited Black Edition

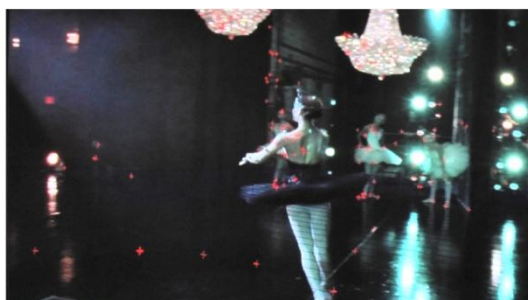


Abb. 47

Quelle: Limited Black Edition

---

## Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

---

Ort, Datum

Vorname Nachname